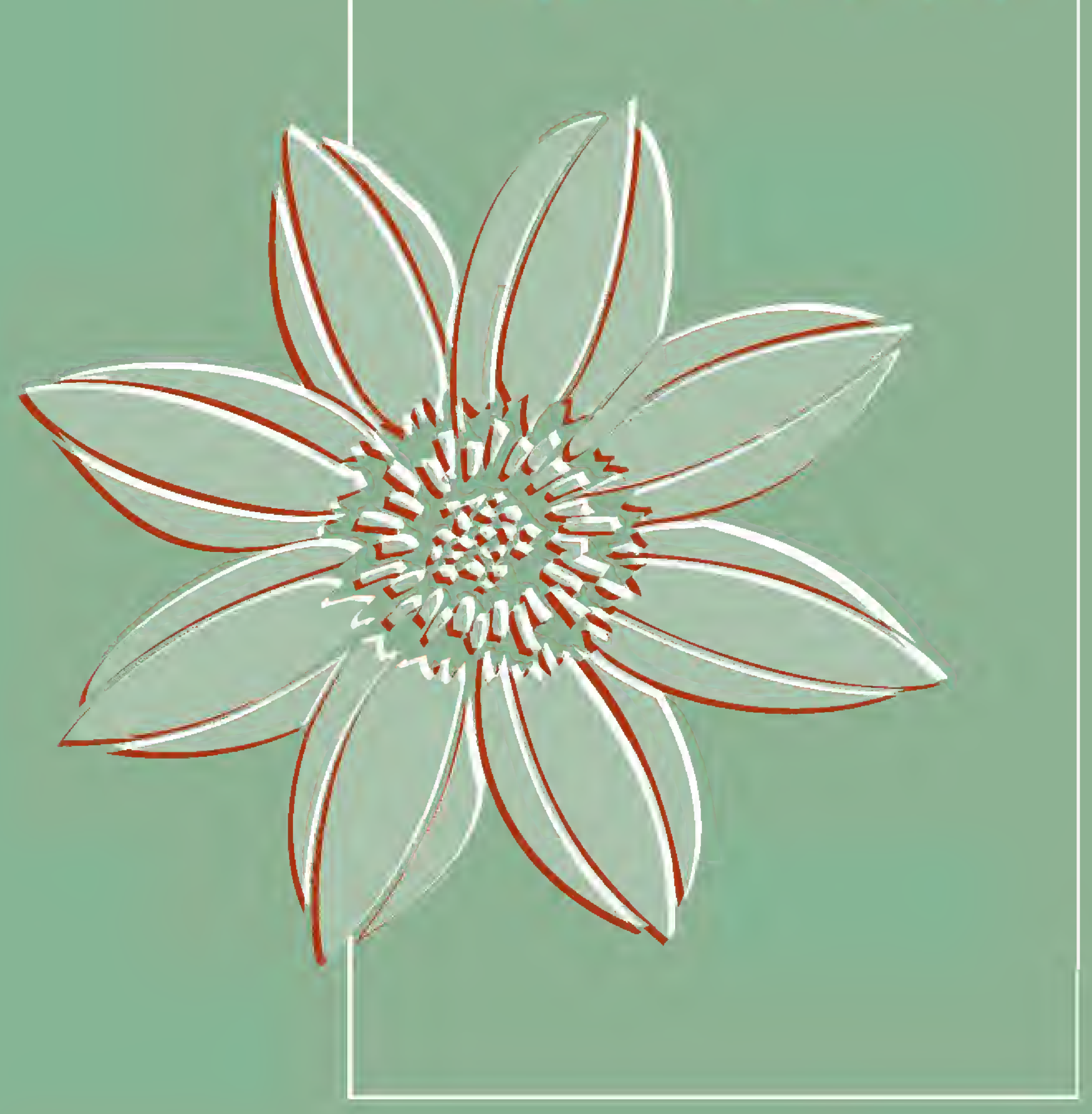
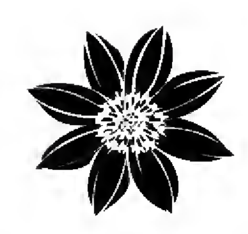
ISSN 0187-7151

Acta Botanica Mexicana



INSTITUTO DE ECOLOGIA, A.C.

Número 72
DICIEMBRE 2005
Pátzcuaro, Mich.



Acta Botanica Mexicana

Acta Botanica Mexicana (ISSN 0187-7151) es una publicación del Instituto de Ecología, A.C. que aparece cuatro veces al año. Da a conocer trabajos originales e inéditos sobre temas botánicos y en particular los relacionados con plantas mexicanas.

Acta Botanica Mexicana es editada y distribuida por el Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío, Av. Lázaro Cárdenas Núm. 253, apartado postal 386, 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México. Editor responsable: Jerzy Rzedowski Rotter. Composición tipográfica: Francisco Aviña. Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04-2004-071919275100-102. Número de Certificado de Licitud de Título y Número de Certificado de Licitud de Contenido en trámite.

Las normas editoriales e instrucciones para los autores pueden consultarse en la página de internet www.ecologia.edu.mx/publicaciones/ABM.htm

Acta Botanica Mexicana 72: 1-16 (2005)

DISTRIBUCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LAS POBLACIONES NATURALES DE *PINUS GREGGII*

C. Ramírez-Herrera, J. J. Vargas-Hernández y J. López-Upton

Programa Forestal, Colegio de Postgraduados
km. 36.5 Carr. México-Texcoco, 56230. México
correo electrónico: vargashj@colpos.mx, uptonj@colpos.mx

RESUMEN

P. greggii Engelm. es endémico del este de México, con amplia importancia ecológica y económica. Su área de distribución natural se encuentra entre los 20º13' y los 25º29' de latitud N, con una discontinuidad de 360 km en la parte central. Las poblaciones del norte se conocen como *P. greggii* var. *greggii* y las del sur como *P. greggii* var. *australis*. El intervalo altitudinal de la especie es de 1,400 a 2,613 m s.n.m. Los rodales del sur se encuentran a menor elevación, con mayor temperatura media y precipitación anual (±1,720 m, ±17.5°C y ±1,370 mm) que las poblaciones de la región norte (±2,450 m, ±13°C y ±640 mm). Se muestrearon veinte poblaciones naturales de la especie, encontrándose considerables diferencias entre ellas en cuanto a la superficie que cubren y las especies arbóreas asociadas. En la porción sur se registraron plantas típicas de comunidades templado-cálidas, mientras que en el norte abundaron los árboles de climas frescos y semiáridos, aunque *Juniperus flaccida* y *Quercus* spp. son comunes en las dos regiones. En general las poblaciones en los extremos de la distribución natural presentan menor tamaño y menor densidad de arbolado maduro y regeneración. En la mayoría de las poblaciones de *P. greggii* el impacto humano es notable a causa del aprovechamientos de madera y actividades agropecuarias, dando como resultado una deficiente proporción de renuevos. Se discuten las posibilidades de conservación de la especie in situ y ex situ.

Palabras clave: *Pinus greggii*, distribución natural, demografía, conservación in situ y ex situ.

ABSTRACT

Pinus greggii Engelm. is endemic to eastern Mexico and of great ecological and economic importance. It occurs between 20º13' and 25º29' N latitude with a large gap of 360 km in the central portion of its range. The northern populations of the species are recognized as *P. greggii* var. *greggii* and the southern ones as *P. greggii* var. *australis*. The elevational range of the species is from 1,400 to 2,613 m above sea level. Populations in the southern region are located at lower elevations with higher mean temperatures and annual

precipitation (±1,720 m, ±17.5°C and ±1,370 mm) than populations in the northern region (±2,450 m, ±13°C and ±640 mm). Twenty natural populations of the species were sampled, and huge differences were found among them in the area that they cover and the associated tree species. Southern populations are typically associated with species of temperate-subtropical tree communities, whereas in the northern region tree species from colder and semi-arid communities are more common. *Juniperus flaccida* and *Quercus* spp. are common to both regions. In general, populations at the extreme of the natural distribution were smaller and had a lower density of mature trees and seedlings. Most *P. greggii* populations are subjected to great human impact associated with wood extraction and farming activities, resulting in reduced regeneration. Options for in situ and ex situ conservation of this species are discussed.

Key words: *Pinus greggii*, natural distribution, demography, in situ and ex situ conservation.

INTRODUCCIÓN

Pinus greggii Engelm. ex Parl. es una especie endémica de México con gran importancia ecológica y económica. Este pino se distribuye en poblaciones aisladas a lo largo de la Sierra Madre Oriental, en zonas semiáridas y a veces semitropicales. Actualmente se reconocen dos variedades taxonómicas, *P. greggii* var. *greggii*, que habita la porción norte del área de distribución de la especie, y *P. greggii* var. *australis* en el sur (Donahue y López-Upton, 1999), sin traslapes entre ellas. La especie es uno de los componentes estructurales clave en las comunidades en las que crece, ya que forma parte del dosel dominante y en muchos de los casos es la única que representa al estrato arbóreo. Por lo tanto, en los ecosistemas forestales en que se desarrolla, diversas plantas herbáceas y arbustivas dependen del microambiente que genera este árbol.

Por otro lado, a nivel regional, *P. greggii* es uno de los árboles de mayor valor económico para las poblaciones humanas que habitan en zonas aledañas. Se aprovecha para la obtención de madera para la industria del aserrío, y localmente en la obtención de postes para cerca y leña combustible. Además, *P. greggii* ha mostrado altas tasas de crecimiento en altura y diámetro en ensayos de plantaciones (López et al., 1999; Salazar et al., 1999; Azamar et al., 2000), así como un gran potencial para adaptarse a condiciones limitantes de humedad (Vargas y Muñoz, 1988, 1991; López y Muñoz, 1991). Estas características favorecen el uso de *P. greggii* en programas de reforestación para la recuperación de suelos degradados en diferentes partes de México y en programas de plantaciones comerciales en sitios marginales donde no se adaptan otras especies de *Pinus*. En México, es la cuarta especie de pino en términos de importancia en plantaciones del Programa Nacional de Reforestación. En Sudáfrica se han establecido plantaciones con *P. greggii* en

localidades con niveles bajos de precipitación pluvial, donde *P. patula* Schl. et Cham. y *P. taeda* L., árboles considerados internacionalmente como altamente productivos, no pueden prosperar (Dvorak y Donahue, 1993; Dvorak et al., 1996).

De 1985 a 1995, la Central America & Mexico Coniferous Resources Cooperative (CAMCORE) de la Universidad Estatal de Carolina del Norte en EUA y el Centro de Genética Forestal A.C. en México, realizaron colectas de semilla de la mayoría de las poblaciones conocidas de *P. greggii* (López-Upton y Donahue, 1995; Donahue y López-Upton, 1996; Dvorak et al., 2000). Exploraciones recientes efectuadas por los autores han permitido la localización de otras poblaciones no registradas. La mayoría de las comunidades vegetales correspondientes se encuentran en proceso de alteración por causas antropocéntricas, originando la fragmentación y el aislamiento de varias poblaciones, mismas que presentan un reducido número de individuos, con riesgo de la permanencia de la especie. El presente estudio tiene como objetivo describir la ubicación geográfica y el estado general de las poblaciones naturales conocidas de *Pinus greggii* en términos de tamaño y estructura poblacional, con el propósito de establecer las prioridades y lineamientos generales para su conservación in situ y ex situ.

MÉTODOS

Para la definición de la distribución natural de *P. greggii* se utilizó la información registrada por CAMCORE (Dvorak y Donahue, 1993), por el Colegio de Postgraduados (López et al., 1993; López-Upton y Donahue, 1995; Donahue y López-Upton, 1996), así como la obtenida de ejemplares de herbario y de observaciones efectuadas en áreas intermedias a los sitios conocidos con anterioridad. Con base en las coordenadas geográficas determinadas con un posicionador geográfico Modelo GPIII, se ubicaron en cartas topográficas un total de 20 poblaciones naturales de *P. greggii*, localizadas en los estados de Puebla, Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, Coahuila y Nuevo León. Se realizaron recorridos para estimar el tamaño en superficie de terreno de cada población, ubicando sus límites en las cartas topográficas con el apoyo del geoposicionador, un altímetro y la observación de los accidentes naturales del terreno (cañadas, elevaciones, valles, etc.). En el laboratorio se obtuvo una copia de la silueta de cada rodal delimitado en las cartas topográficas, cuya superficie se calculó con la ayuda de un planímetro óptico y de un integrador digital de área.

En cada población se levantaron uno a tres sitios de muestreo de 1000 m^2 (un total de 56 sitios en las 20 localidades) para obtener información sobre la composición del estrato arbóreo y arbustivo leñoso, así como sobre la estructura de cada una de ellas. Aunque un análisis detallado de esta última podría requerir

un tamaño de muestra más grande, especialmente en los rodales de mayor extensión, el número de sitios de muestreo utilizado es suficiente para hacer un diagnóstico de la situación general que presentan las poblaciones de la especie en su conjunto, dado el enfoque y la escala regional del estudio. Se cuantificó la densidad de los árboles o arbustos maduros de otras especies para determinar las plantas del estrato superior asociadas naturalmente a *P. greggii*.

En cada sitio se determinó el número de individuos de *P. greggii*, agrupándolos en tres categorías de edad: a) árboles maduros o en edad reproductiva, b) individuos premaduros y c) renuevos. Se consideraron como árboles maduros a los que presentaban conos o indicios de eventos reproductivos anteriores, independientemente de sus dimensiones. Los árboles premaduros fueron aquellos individuos juveniles iguales o mayores de 4 m de altura en los que no se observaron estróbilos. Se consideraron como renuevos todos los individuos en estado de plántula y juveniles menores de 4 metros de altura. A su vez, esta última categoría se subdividió en tres de acuerdo con su tamaño: renuevos de 1 a 30 cm, de 30 a 100 cm y de 1 m hasta 4 m de altura.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Localización y tamaño de las poblaciones de *P. greggii*

El área de distribución natural conocida de la especie abarca de los 20°13' hasta a los 25°29' de latitud norte, una diferencia de un poco más de 5° entre los sitios más alejados (Fig. 1). En el extremo norte se ubica la población localizada en Puerto El Conejo en los linderos estatales de Coahuila y Nuevo León; en el límite sur se encuentra la ubicada en Patoltecoya, en la región norte de Puebla.

P. greggii está en serio peligro de desaparecer en la comarca de Patoltecoya, ya que en la actualidad sólo queda un árbol adulto de la población original en la finca "El Ayacahuite". Sin embargo, el Sr. Juan Ramón Fernández A.[†], propietario de este predio, realizó una plantación de aproximadamente 10 ha con semilla de los pocos árboles remanentes que constituyeron la población nativa de esta localidad. Aunque se tiene información de los habitantes del lugar de que hay árboles similares en los alrededores, no fue posible ubicarlos. La probable localización en el futuro de otros rodales de *P. greggii* en esta zona sería de gran valor en la conservación de los recursos genéticos de la especie por encontrarse en el extremo sur del área de distribución, y por la situación particular que presenta actualmente la población de Patoltecoya.

En el sentido latitudinal es posible distinguir dos grandes áreas en la distribución natural de la especie, separadas por la discontinuidad geográfica que

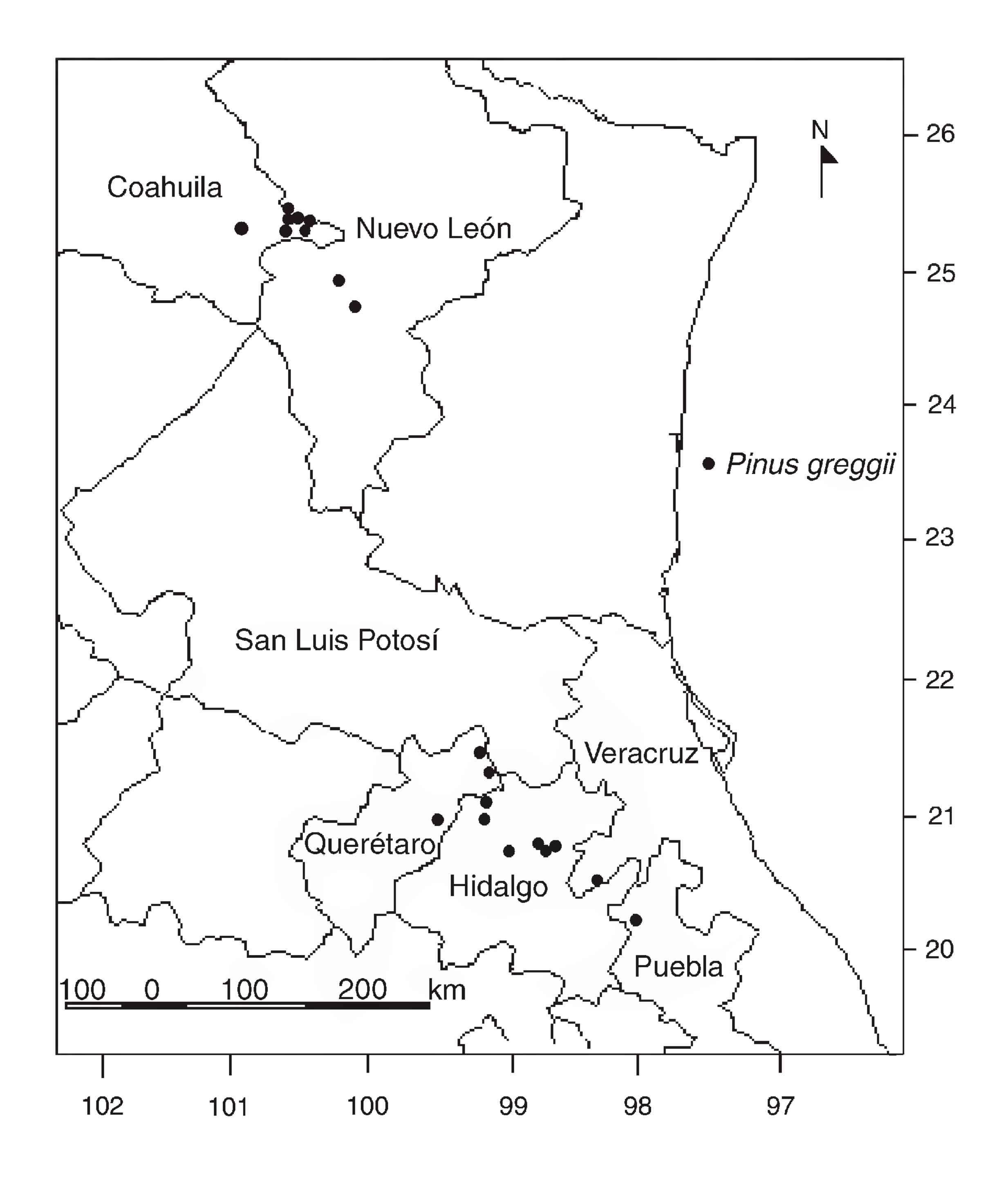


Fig. 1. Distribución de las 20 localidades de *P. greggii* en estudio.

se presenta entre los 21º30' y 24º30' de latitud norte (Cuadro 1). La región sur incluye 11 poblaciones conocidas en los estados de Puebla, Veracruz, Hidalgo, Querétaro y San Luis Potosí, todas ellas de la var. *australis*, mientras que el sector norte incluye nueve poblaciones naturales conocidas de la var. *greggii* en los estados de Nuevo León y Coahuila (Cuadro 1). Se desconocen las causas de esta disyunción, ya que la Sierra Madre Oriental carece de notable interrupción en el tramo correspondiente, aunque cabe señalar que éste no ha sido explorado completamente debido a lo abrupto de las cordilleras y a la ausencia de vías de comunicación adecuadas. Es posible que futuras búsquedas de campo demuestren que existen otros sitios naturales de *P. greggii* entre los 22º y 24º N. Recientemente se tiene la información

Cuadro 1. Coordenadas geográficas y superficie de las poblaciones muestreadas de *Pinus greggii*.

Población	Municipio, Estado	Latitud	Longitud	Altitud (m s.n.m.)	Precipitación anual (mm)	Temperatura media anual (°C)	Área[1] (ha)
Patoltecoya	Huauchinango, Pue.	20°13'	98°03'	1,440	2,300	18	0[2]
Zacualpan[3]	Zacualpan, Ver.	20°26'	98°20'	1,600	1,900	17.5	330
Cieneguilla[4]	Cardonal, Hgo.	20°45'	99°02'	1,860	750	17	225
Molango[5]	Molango, Hgo.	20°45'	98°43'	1,600	1,700	17	810
Xochicoatlán	Xochicoatlán, Hgo.	20°47'	98°42'	1,840	1,750	17	125
Pemuxtitla[6]	Molango, Hgo.	20°49'	98°46'	1,370	1,642	18	85
El Piñón	Jacala, Hgo.	20°56'	99°12'	1,830	850	17	980
San Joaquín	San Joaquín, Qro.	20°56'	99°34'	2,350	1,100	16	110
Laguna Seca	Jacala, Hgo.	21°04'	99°10'	1,720	850	18	870
El Madroño[7]	Landa de Matamoros, Qro.	21°17'	99°10'	1,840	1,200	17	>5,000
Valle Verde	Landa de Matamoros, Qro.	21°29'	99°13'	1,490	1,350	17	>5,000
La Tapona	Galeana, N.L.	24°44'	100°06'	2,130	650	15	170
Las Placetas	Galeana, N.L.	24°55'	100°12'	2,450	750	14	210
Jamé	Arteaga, Coah.	25°21'	100°36'	2,552	600	13	35
El Penitente	Arteaga, Coah.	25°22'	100°54'	2,405	600	13	20
Cañón Los Lirios	Arteaga, Coah.	25°23'	100°31'	2,420	650	13	300
Mesa del Rosario[8]	Arteaga, Coah. - Santiago, N.L.	25°26'	100°28'	2,400	650	13	230
Puerto San Juan	Arteaga, Coah.	25°26'	100°33'	2,613	600	13	25
Santa Anita	Arteaga, Coah.	25°27'	100°34'	2,560	650	13	30
Puerto El Conejo	Arteaga, Coah. - Santiago, N.L.	25°29'	100°35'	2,520	650	13	70

[1] La superficie fue estimada con base en los recorridos de campo. [2] Un solo árbol adulto remanente de la población natural. [3] Comprende la población de Carrizal Chico. [4] Incluye tres subpoblaciones: Cerro Perico, Cerro Tecolote y La Cañada. [5] Incluye arbolado desde Malila hasta Molango. [6] Considera árboles desde la Laguna Atezca hasta el poblado Pemuxtitla. [7] Esta población comprende árboles mayormente ubicados en Querétaro, aunque se extiende al municipio de Ahuacatlán, San Luis Potosí, aledaño al de Landa de Matamoros, Qro. [8] Se considera desde el Cañón los Álamos, Ranchería Agua Fría, El Tejocote, Mesa del Rosario hasta El Tarrillal en el extremo oeste.

de que en el herbario del Instituto de Ecología, A.C. en Pátzcuaro, Michoacán, se encuentra un ejemplar colectado en la Sierra de Catorce, San Luis Potosí, la que se ubica aproximadamente en 23º20' N.

En lo que respecta a la longitud geográfica, las poblaciones se sitúan desde los 98º03' W hasta los 100º54' W, lo que representa una diferencia de casi 3º. La región de Patoltecoya se localiza en el extremo este de la distribución natural, y la del cerro El Penitente en el extremo oeste (Cuadro 1). Altitudinalmente, la especie se ubica entre los 1,400 y los 2,613 m s.n.m., en un intervalo de más de 1,200 m. En términos generales, las poblaciones de la región meridional habitan áreas situadas también más al este, con menor elevación, así como mayor temperatura media y precitación anual (1,370 a 2,350 m, 16 a 18°C y 750 a 2,300 mm), que las de la región septentrional (2,130 a 2,613 m, 13 a 15°C y 600 a 750 mm). La mayoría de estas últimas están en serio riesgo de perderse, ya que tienen una superficie relativamente pequeña, generalmente menor de 100 ha, con excepción de las poblaciones de Cañón Los Lirios, Mesa del Rosario, La Tapona y Las Placetas, que se extienden sobre más de 150 ha. Durante 1998 el bosque de Las Placetas en el cerro El Potosí se quemó casi en su totalidad. A causa de las condiciones de sequía que prevalecen en la región, es necesario establecer medidas permanentes de protección contra incendios para asegurar la conservación de la especie.

Con excepción de cuatro de ellas, las poblaciones en la región sur tienen superficies mayores de las 300 ha; destacan El Madroño y Valle Verde con un poco más de 5,000 ha (Cuadro 1), por lo que el riesgo de destrucción por un evento catastrófico es reducido. Las de Xochicoatlán, Molango y Pemuxtitla están muy próximas entre sí, por lo que podrían considerarse como una sola población (Cuadro 2). Sin embargo, existen gradientes ambientales que las separan; por ejemplo, hay casi 500 m de diferencia en altitud entre Pemuxtitla y Xochicoatlán en una distancia de 5 km, lo que influye sobre las condiciones ecológicas y modifica la presencia de especies asociadas (Cuadro 3). Datos de análisis de isoenzimas muestran que existen diferencias entre los árboles de *P. greggii* de estos dos sitios en las frecuencias alélicas de varios loci (Parraguirre et al., 2002).

Las poblaciones del sector norte se encuentran más cercanas entre sí en términos generales, pues con excepción de las distancias entre La Tapona y Las Placetas (22 km) y entre El Penitente y Jamé (26 km), ninguna sobrepasa 5 km (Cuadro 2). En cambio, las poblaciones de la porción sur se localizan a distancias que varían generalmente de 15 a 40 km; sólo las tres ubicadas en los municipios de Molango y Xochicoatlán están separadas entre sí por menos de 15 km.

Dentro de cada región el aislamiento y la presencia de barreras orográficas deben dificultar el libre intercambio de polen, reduciendo la posibilidad del cruzamiento natural entre los rodales separados, especialmente en la var. *australis*. Sin duda, el intercambio genético entre las dos regiones es muy difícil debido a la separación entre ellas (360 km).

Cuadro 2. Distancia entre las poblaciones de *Pinus greggii* más cercanas entre sí.

Población	Población más cercana	Distancia (km)
Patoltecoya	Zacualpan	40
Zacualpan	Patoltecoya	40
Cieneguilla	El Piñón	25
Molango	Xochicoatlán y Pemuxtitla	5
Xochicoatlán	Molango	5
Pemuxtitla	Molango	5
El Piñón	Laguna Seca	15
San Joaquín	El Piñón	34
Laguna Seca	El Piñón	15
El Madroño	Valle Verde	13
Valle Verde	El Madroño	13
La Tapona	Las Placetas	22
Las Placetas	La Tapona	22
Jamé	Cañón Los Lirios	5
El Penitente	Jamé	26
Cañón Los Lirios	Puerto San Juan	4
Mesa del Rosario	Puerto San Juan	7
Puerto San Juan	Santa Anita	3
Santa Anita	Puerto San Juan	3
Puerto El Conejo	Santa Anita	4

Especies leñosas asociadas a *P. greggii*

De las diferentes especies leñosas asociadas a *Pinus greggii*, sólo *Juniperus flaccida* Schlecht. y *Arbutus* sp. se encuentran en ambas regiones geográficas (Cuadro 3). Sin embargo, estas dos especies se encuentran ausentes en áreas con precipitaciones mayores a 1,000 mm anuales y en ambientes de clima más cálido como son las localidades de Patoltecoya, Zacualpan y la zona de Molango-Xochicoatlán. El género *Quercus* está abundantemente representado en la mayoría de las localidades de *P. greggii*, excepto en Pemuxtitla, Xochicoatlán y La Tapona, donde no se registra. Una diferencia notoria entre las regiones sur y norte es que mientras en la primera existen varias especies arbóreas de *Quercus* asociadas a las

comunidades de *P. greggii*, en la segunda sólo se encuentra *Q. microphylla* Née, un encino enano muy abundante en ciertas áreas de la Sierra de Arteaga, especialmente en Puerto San Juan, con más de 8,000 individuos por ha.

Con menor abundancia se encontraron varias especies de pinos como *P. patula*, *P. oocarpa* Schiede, *P. teocote* Schlecht. et Cham. y *P. pseudostrobus* Lindl. en las poblaciones del sur, así como *P. rudis* Endl., *P. arizonica* Engelm. y *P. cembroides* Zucc. en el norte. Todas las anteriores se encontraron en las áreas de transición de bosque de *P. greggii* a bosques puros de las otras especies, por lo que la abundancia de la planta acompañante varió ampliamente de una localidad a otra. Por ejemplo, *P. cembroides* se encontró asociado con *P. greggii* en las poblaciones de Mesa del Rosario, Puerto San Juan, Puerto El Conejo, La Tapona y El Penitente, con una densidad que varió desde 3 a 160 árboles por hectárea entre la primera y la última.

En la región norte se encontró *Pseudotsuga* sp. en 7 de las 9 poblaciones muestreadas, y su densidad varió desde 3 individuos por hectárea en Los Lirios hasta 57 en La Tapona. En esta región se encontraron también plantas típicas de comunidades xerófilas como son *Yucca* sp. y *Agave* sp.; y por otra parte algunos individuos de *Cupressus arizonica* Greene y *Abies vejarii* Mart. en las zonas de transición a los bosques puros de estas coníferas. En la Sierra de Arteaga se pone de manifiesto un gradiente de comunidades vegetales leñosas conforme aumenta la humedad y la altitud. En un extremo se encuentran las agrupaciones dominadas por *Quercus microphylla*, seguidas por bosques de *P. cembroides*, *P. greggii*, *Cupressus arizonica*, *P. strobiformis* Engelm., *Abies vejarii* y *Pseudotsuga* sp., hasta *Pinus culminicola* Andresen & Beaman en la cima de las sierras.

En nueve de las 20 poblaciones muestreadas de *Pinus greggii* se encontró una especie del género *Arbutus*, con una densidad que varió de 10 a 287 individuos/ha. En forma distintiva, en la localidad de Cieneguilla se encontró además *Acacia farnesiana* (L.) Willd., y en las localidades de Zacualpan y Pemuxtitla se registró *Liquidambar styraciflua* L., elemento del bosque mesófilo de montaña. En Los Lirios se halló una especie de *Alnus* que no existe en las otras poblaciones de la región norte.

En el sitio de Zacualpan, donde *Pinus greggii* se avecina a rodales puros de *P. patula* y *P. oocarpa*, se encontraron árboles con características intermedias entre estos taxa, señal de una posible hibridación natural interespecífica. En este contexto cabe mencionar que Fielding y Nicholson (1956) lograron la hibridación artificial de *P. greggii* y *P. patula*. En la localidad de Pemuxtitla no se registraron especies arbóreas asociadas a *P. greggii*, lo cual posiblemente se debe a la fuerte perturbación ocasionada por actividades agrícolas y ganaderas.

En las poblaciones de Laguna Seca, Cieneguilla y El Madroño se encontró un número abundante de tocones de árboles, evidencia de una perturbación por

extracción de madera. En las poblaciones de Zacualpan, Molango, Pemuxtitla y Xochicoatlán no se hallaron indicios de extracción de madera, pero la vegetación natural está fuertemente afectada por prácticas agrícolas y pecuarias que han inducido un cambio en el uso del suelo. En el sitio de Xochicoatlán, la mayor parte del arbolado se ubica en áreas con pendientes muy pronunciadas de difícil acceso.

Densidad del arbolado y estructura demográfica

Se encontraron diferencias notorias entre las poblaciones en la estructura demográfica y densidad de arbolado (Cuadro 4). Las de Puerto San Juan y El Penitente en Coahuila, de Molango y Xochicoatlán en Hidalgo, Zacualpan, Ver., y Patoltecoya, Pue. presentaron una densidad menor de 200 individuos por hectárea (incluyendo renuevos, plantas juveniles y adultos). A excepción de la de Puerto San Juan, estas poblaciones se encuentran en los extremos de la distribución natural de la especie, considerando latitud, longitud o altitud. En cambio las de El Madroño, Las Placetas, La Tapona y Mesa del Rosario presentaron una densidad por arriba de los 700 árboles por ha, siendo la última la que registra mayor densidad de plantas adultas.

En las poblaciones de Pemuxtitla, Molango y Xochicoatlán no se encontraron individuos premaduros ni renuevos, pero sí se observaron evidencias de una alta producción de semilla en varios años previos a la realización del presente estudio. En estas localidades es necesario implementar prácticas silvícolas y de protección que permitan el establecimiento de la regeneración para asegurar la permanencia de la especie. En las áreas aledañas a la Laguna Atezca se detectó una repoblación abundante de *P. greggii* en lugares desmontados con fines agrícolas; sin embargo, las posibilidades de establecimiento del arbolado en esos sitios son mínimas, ya que las actividades agropecuarias son permanentes. En el rodal de Laguna Seca no se encontraron individuos juveniles, pero sí una cantidad relativamente elevada de renuevos. Aunque se determinó un número aceptable de árboles maduros por hectárea, estos son de diámetros pequeños, probablemente debido a la tala existente, que aprovecha plantas con diámetros mayores de 35 cm.

Por otro lado, más de 50% de las poblaciones presentaron una proporción de renuevos/árboles maduros menor de 1, y sólo una de ellas (Cañón Los Lirios) registró más de 2.5 renuevos por cada árbol adulto (Cuadro 4). Una población demográficamente estable requiere de una alta proporción de renuevos para recuperar a los adultos conforme se avanza en las etapas de desarrollo (Ledig et al., 2000). El sitio de Mesa del Rosario, el rodal con mayor densidad de arbolado adulto, también tiene una escasa regeneración natural. Aunque la densidad total de árboles es relativamente elevada, hay una deficiencia general de renuevos, por lo que es conveniente establecer medidas silvícolas para favorecer la repoblación y asegurar la permanencia de la especie.

Cuadro 4. Densidad del arbolado (No. de árboles/ha) de diferentes categorías de edad en 20 poblaciones naturales de *Pinus greggii*.

Localidad	Árboles de *Pinus greggii* / ha						Renuevos / Adultos
	Renuevos			Juveniles	Adultos	Total	
	1-30 cm	31-100 cm	1-4 m				
Patoltecoya	0	0	0	0	1	1	0.00
Zacualpan	5	20	20	48	92	185	0.49
Cieneguilla	130	190	110	100	220	750	1.95
Molango	0	0	0	0	160	160	0.00
Xochicoatlán	0	0	0	0	150	150	0.00
Pemuxtitla	0	0	0	0	210	210	0.00
El Piñón	93	147	143	37	185	605	2.07
San Joaquín	17	20	47	33	187	304	0.45
Laguna Seca	95	126	102	0	217	540	1.49
El Madroño	243	113	173	107	277	913	1.91
Valle Verde	57	50	140	60	213	520	1.16
La Tapona	213	97	190	23	277	800	1.81
Las Placetas	220	137	60	40	387	844	1.08
Jamé	36	35	44	10	153	278	0.75
El Penitente	0	7	3	0	153	163	0.07
Cañón Los Lirios	22	42	256	130	117	567	2.74
Mesa del Rosario	27	67	100	20	567	781	0.34
Puerto San Juan	30	5	5	0	55	95	0.73
Santa Anita	10	30	95	0	170	305	0.79
Puerto El Conejo	56	60	77	3	203	399	0.95

En los sitios de Las Placetas, La Tapona y El Madroño parece no haber problemas de regeneración, ya que existen en cada población más de 500 renuevos por ha en las diferentes categorías de tamaño (Cuadro 4). En esas poblaciones no se encontraron evidencias de pastoreo. Sin embargo, la evaluación de la regeneración en Las Placetas se hizo antes del gran incendio del año 1998 que ocurrió en la zona, por lo que será necesario valorar nuevamente esta región para determinar el grado de recuperación.

En la zona norte, el rodal de El Penitente presenta una baja densidad de repoblación. Esta localidad se encuentra en el extremo oeste del área de distribución natural, relativamente aislada de las otras poblaciones en la Sierra de Arteaga (Cuadro 2). Los sitios de Patoltecoya, Zacualpan, Molango, Pemuxtitla y Xochicoatlán, en el sector meridional, también tienen una densidad baja y escasa regeneración. Estas poblaciones además de haber sufrido un aprovechamiento maderero excesivo, están sometidas a un pastoreo abundante de ganado vacuno. La densidad de la población humana en la zona es alta y la base de su economía es la agricultura y ganadería de subsistencia, por lo que el impacto sobre los ecosistemas forestales es muy elevado.

Conservación in situ y ex situ

La Cooperativa CAMCORE (Dvorak et al., 1996; Dvorak et al., 2000), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), el Centro de Genética Forestal A.C. y el Instituto de Genética Forestal de la Universidad Veracruzana (Alba et al., 1998; Azamar et al., 2000) han recogido semillas de la mayoría de estas poblaciones naturales de *Pinus greggii* y han realizado ensayos genéticos con fines de producción de germoplasma. Desde 1983 y en años recientes, el personal del Colegio de Postgraduados colectó semilla de todas las poblaciones naturales conocidas de esta especie y ha iniciado el establecimiento de experimentos en campo con el propósito de evaluar características adaptativas (Salazar et al., 1999; López et al., 2001) e iniciar un programa de conservación ex situ. El programa incluye el acopio de más de 300 lotes de semilla de árboles individuales almacenados en un banco de germoplasma y cuatro ensayos de progenies y procedencias establecidos en diferentes ambientes a lo largo de la distribución natural de la especie. Otras instituciones, como la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Coahuila, Protectora de Bosques (PROBOSQUE) del Estado de México, la Comisión Forestal en Michoacán, y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) en Oaxaca y Durango, están efectuando otras pruebas con *P. greggii*, algunas convertidas ya en huertos semilleros para programas de reforestación fuera del área de su distribución natural. También se han establecido importantes ensayos en

varios países como son Colombia, Chile, Brasil, Zimbabwe y Sudáfrica, con base en materiales procedentes de poblaciones de las dos regiones, así como un proyecto encaminado a la obtención de semilla mejorada en el último país (Dvorak et al., 2000).

Sin embargo, a pesar de que los esfuerzos de colecta de semilla y establecimiento de experimentos con *Pinus greggii* han sido de los más destacados en México, no existe un programa integrado de conservación a nivel nacional. Se trata más bien de intentos particulares de producción de germoplasma para abastecer programas locales de plantaciones y no con el propósito estricto de conservación ex situ. Existe un movimiento sin control de la semilla del pino, que no contempla las diferencias ambientales entre el origen y el destino del germoplasma, lo que puede generar problemas de mala adaptación de las plantas y fracaso de las plantaciones. Igualmente, se ha realizado una selección fenotípica inadecuada de los progenitores para obtener semilla, lo que genera que aquellas reforestaciones con fines de restauración en terrenos forestales y en las carreteras del centro del país, y especialmente aquellas comerciales, que incluyen las plantaciones de árboles de navidad en el estado de Durango, no sean exitosas por producir individuos de mala calidad. Por otro lado, todas estas plantaciones no se han establecido en áreas naturales de la especie y son pocos los experimentos establecidos en áreas naturales de *P. greggii*, por lo que no representan una fuente de contaminación genética para las poblaciones nativas. Sin embargo, realizar plantaciones con semillas provenientes de localidades con ambientes similares podría ser útil para aumentar la diversidad genética dentro de las poblaciones nativas, la que se ha encontrado que es relativamente reducida (Parraguirre et al., 2002).

Una estrategia adecuada de conservación de recursos genéticos forestales requiere, además de las medidas de conservación ex situ, del manejo apropiado de las poblaciones en su hábitat nativo (Rogers y Ledig, 1996; Ledig et al., 1998). Esta es la manera de asegurar la continuidad del proceso evolutivo de la especie de interés en su área de distribución natural. La importancia de las medidas de conservación in situ de *Pinus greggii* aumenta si se considera la diversidad de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas asociadas y el grado de diversidad ecológica y genética existente en estas comunidades. Utilizando una muestra de 16 loci isoenzimáticos, Parraguirre et al. (2002) encontraron un considerable grado de diferenciación genética entre las poblaciones de *P. greggii*, con un elevado porcentaje de alelos raros y privados. Debido a las posibilidades de pérdida de este tipo de alelos durante el proceso de muestreo para la conservación ex situ (Namkoong, 1988), la mejor opción es la conservación in situ de las poblaciones. Sin embargo, ante la imposibilidad práctica de manejo adecuado de todas las poblaciones naturales, es necesario establecer prioridades con base en diferentes criterios. Así, rodales como los de La Tapona, Los Lirios, Molango, Laguna Seca, El Madroño y Valle Verde son prioritarios por su capacidad de crecimiento en

ambientes específicos (e.g. Dvorak et al. 2000), el nivel de variación intrapoblacional y las amenazas que enfrentan. Las tres primeras son además relativamente pequeñas, por lo que requieren medidas de conservación adicionales.

AGRADECIMIENTOS

Se dan las gracias al Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C. y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo financiero proporcionado para llevar a cabo el proyecto de investigación del cual se derivó esta información, a través de los convenios B1-73 y P220-CCOR-904153, respectivamente.

LITERATURA CITADA

Alba L., J., L. Mendizábal H. y A. Aparicio R. 1998. Respuesta de un ensayo de procedencias de *Pinus greggii* Engelm. en Coatepec, Veracruz, México. Forestal Veracruzana 1(1): 25-28.

Azamar O., M., J. López U., J. J. Vargas H., y A. Plancarte B. 2000. Evaluación de un ensayo de procedencias-progenies de *Pinus greggii* y su conversión a huerto semillero. Memorias del 1er. Congreso Nacional de Reforestación. Programa Nacional de Reforestación-Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx. 7 pp.

Donahue, J. K. y J. López-Upton. 1996. Geographic variation in leaf, cone and seed morphology of *Pinus greggii* Engelm. in native forest. For. Ecol. Manag. 82: 145-157.

Donahue, J. K. y J. López-Upton. 1999. A new variety of *Pinus greggii* (Pinaceae) in Mexico. Sida 18(4): 1083-1093.

Dvorak, W. S. y J. K. Donahue, 1993. Reseña de investigaciones de la cooperativa CAMCORE 1980-1992. Central America & Mexico Coniferous Resources Cooperative. Raleigh, NC. 94 pp.

Dvorak, W. S., J. E. Kietzka y J. K. Donahue. 1996. Three-year survival and growth of provenances of *Pinus greggii* in the tropics. For. Ecol. Manag. 83: 123-131.

Dvorak, W. S., J. E. Kietzka, J. K. Donahue, G. R. Hodge y T. K. Stanger. 2000. *Pinus greggii*. In: Conservation & Testing of Tropical & Subtropical Forest Tree Species by the CAMCORE Cooperative. Central America & Mexico Coniferous Resources Cooperative, North Carolina State University, Raleigh, NC. pp. 52-73.

Fielding, J. M. y D. I. Nicholson. 1956. A hybrid between *Pinus patula* and *Pinus greggii*. Austral. Forest. 20: 104-105.

Ledig, F. T., J. J. Vargas H. y K. H. Johnsen. 1998. The conservation of forest genetic resources; case histories from Canada, Mexico, and the United States. J. For. 96: 32-41.

Ledig, F. T., M. Mápula-Larreta y B. Bermejo-Velázquez. 2000. Locations of endangered spruce populations in México and the demography of *Picea chihuahuana*. Madroño 47(2): 71-88.

López A., J. L., J. J. Vargas H., C. Ramírez H. y J. López U. 1999. Variación intraespecífica en el patrón de crecimiento del brote terminal de *Pinus greggii* Engelm. Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 5(2): 133-140.

López U., J. y A. Muñoz O. 1991. Selección familiar por tolerancia a sequía en *Pinus greggii* Engelm. I. Evaluación en plántula. Agrociencia, Serie Fitociencia 2(2): 111-123.

López U., J., J. Jasso M., J. J. Vargas H. y J. C. Ayala S. 1993. Variación de características morfológicas en conos y semillas de *Pinus greggii* Engelm. Agrociencia, Serie Recursos Naturales Renovables 3(1): 81-95.

López U., J., C. Ramírez H., F. O. Plascencia E. y R. Rodríguez L. 2001. Variación intraespecífica en el crecimiento de *Pinus greggii*. Memorias del 2do. Simposium Internacional Sobre Recursos Naturales Bosque-Suelo-Atmósfera. Jalapa, Ver. pp. 82-83.

López-Upton., J. y J. K. Donahue. 1995. Seed production of *Pinus greggii* in natural stands in México. Tree Planters' Notes 46(3): 86-92.

Namkoong, G. 1988. Sampling for germoplasm collections. HortScience 23(1): 79-81.

Parraguirre L., C., J. J. Vargas H., P. Ramírez V., H. S. Azpíroz y J. Jasso M. 2002. Estructura de la diversidad genética en poblaciones naturales de *Pinus greggii* Engelm. Fitotecnia Mexicana 25(3): 279-287.

Rogers, D. L. y F. T. Ledig 1996. The status of temperate North American forest genetic resources. Report 16. University of California Genetic Resources Conservation Program. Davis, California. 85 pp.

Salazar G., G. J., J. J. Vargas H., J. Jasso M., J. D. Molina G., C. Ramírez H. y J. López U. 1999. Variación en el patrón de crecimiento en altura de cuatro especies de *Pinus* en edades tempranas. Madera y Bosques 5(2): 19-34.

Vargas H., J. J. y A. Muñoz O. 1988. Resistencia a sequía: II. Crecimiento y supervivencia en plántulas de cuatro especies de *Pinus*. Agrociencia 72: 197-208.

Vargas H., J. J. y A. Muñoz O. 1991. Potencial hídrico, transpiración y resistencia estomatal en plántulas de cuatro especies de *Pinus*. Agrociencia, Serie Recursos Naturales Renovables 1(3): 25-38.

Recibido en agosto de 2002.
Aceptado en junio de 2005.

Acta Botanica Mexicana 72: 17-32 (2005)

EVALUACIÓN DEL PESO DEL LEÑO A PARTIR DE VARIABLES DIMENSIONALES EN DOS ESPECIES DE MEZQUITE *PROSOPIS ARTICULATA* S. WATSON Y *P. PALMERI* S. WATSON, EN BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

José Luis León de la Luz, Raymundo Domínguez Cadena y Sara Cecilia Díaz Castro

Programa de Planeación Ambiental, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR). Apdo. postal 128, 23000 La Paz, Baja California Sur, México
correo electrónico: jlleon04@cibnor.mx

RESUMEN

El presente trabajo se propone definir, mediante modelos de regresión, un procedimiento sencillo de evaluación de la biomasa fresca del leño de dos especies de mezquite (*Prosopis articulata* y *P. palmeri*), actualmente aprovechadas como materia prima para elaborar carbón vegetal en la Sierra de La Giganta, Baja California Sur, México. Esta práctica se ha realizado desde hace varias décadas, pero sólo desde 1990 se cuenta con estadísticas basadas en permisos otorgados. Las variables independientes que mejor se correlacionaron con el peso fresco del leño en una muestra destructiva fueron el perímetro basal del tronco en el caso de *P. articulata* ($R^2 = 0.98$, $F = 394.12$), y la cobertura del dosel en *P. palmeri* ($R^2 = 0.94$, $F = 63.26$), los modelos empíricos empleados fueron el logarítmico y el exponencial, respectivamente. Para aplicar las fórmulas encontradas se procedió a determinar en muestreos no destructivos en 11 superficies de una hectárea el valor de la variable independiente respectiva en 1,283 individuos de *P. palmeri* y 755 de *P. articulata.* De esta manera se calculó que el peso de leño en pie útil para la elaboración de carbón para *P. articulata* es de 37,040 kg/ha y para *P. palmeri* es de 2,045 kg/ha. De acuerdo con las tasas de extracción autorizadas oficialmente durante la década de 1990, la biomasa del leño calculada correspondería a un aprovechamiento anual de todos los individuos de tallas adecuadas para el propósito (diámetro basal del tronco > 10 cm) de *P. articulata* en 179 ha en los cauces de arroyos, o bien de 3,928 ha en mesas y lomeríos en el caso de que se hubieran explotado exclusivamente individuos de *P. palmeri*.

Palabras clave: análisis dimensional, Baja California Sur, carbón, mezquite, *Prosopis*.

ABSTRACT

Using regression models, this research determines the fresh woody biomass for two species of mezquite (*Prosopis articulata* and *P. palmeri*) currently used as raw material to

make charcoal in Sierra de la Giganta, Baja California Sur, Mexico. This practice began many decades ago, but only since 1990 production data based on issued permissions are available. The independent variables better correlated with the fresh wood weight in a destructive sample were the basal perimeter of the stems for *P. articulata* ($R^2 = 0.98$, $F = 394.12$), and the canopy coverage for *P. palmeri* ($R^2 = 0.94$, $F = 63.26$). The empirical models employed in these calculations were logarithmic and exponential, respectively. In order to apply these formulas, the appropriate independent variable for each species was used to estimate fresh wood weight in 11 plots of one hectare. 1,283 individuals of *P. palmeri* and 755 individuals of *P. articulata* were non-destructively sampled. By employing these calculations, we determined that the biomass useful for charcoal production was 37,040 kg/ha for *P. articulata* and 2,045 kg/ha for *P. palmeri*. If each species is harvested exclusively and in accordance with the quantity of wood officially authorized to be gathered during the decade of 1990, these values represent an annual harvest for all the individuals with the adequate size for this purpose (trunk basal diameter > 10 cm) of 179 hectares of *P. articulata* along riparian areas or 3,928 hectares of *P. palmeri* on mesas and slopes.

Key words: Baja California Sur, charcoal, dimensional analysis, mezquite, *Prosopis*.

INTRODUCCIÓN

Los mezquites son especies vegetales arbóreas y arbustivas termo-xerófilas. Son componentes fisonómicamente importantes en la vegetación de las zonas áridas y semi-áridas del planeta, particularmente en el continente americano. En muchas áreas, los individuos de mezquite constituyen las plantas de mayor talla y longevidad, y ofrecen una gama de recursos aprovechados por el gremio de consumidores: néctar, polen, frutos, semillas y follaje. Además, su dosel es un refugio para la fauna de vertebrados, y es reconocido como parte importante en la dinámica de la vegetación en esas zonas a través del proceso de nodricismo (Vandermeer, 1980; Carrillo-García et al., 1999).

El mezquite es también un importante recurso para los habitantes del medio rural, pues el leño de troncos y ramas representan una fuente de energía calorífica de primera calidad. Un aspecto refinado de este uso es la elaboración de carbón, actividad que implica cierto valor agregado y que puede ser practicada de manera sustentable.

En la Sierra de La Giganta de Baja California Sur (México) se encuentran dos especies de mezquite. El más común es el "mezquite amargo", *Prosopis articulata*, que habita preferentemente a lo largo de cauces de arroyos temporales y secundariamente en planicies aluviales, desde el nivel del mar hasta unos 350 m de elevación. La otra especie, *P. palmeri*, es localmente conocida como "palo fierro", debido a la dureza de su leño y se encuentra restringida a esta serranía,

ubicándose en laderas y mesetas rocosas desde 100 m hasta 500 m de altitud (Turner et al., 1995).

Además de su valor ecológico, estas dos especies han constituido las principales fuentes de combustible para uso humano y antaño lo fueron para la construcción rural. En las últimas décadas se ha intensificado el proceso de elaboración de carbón a partir del leño de estas dos especies, la producción es vendida al equivalente de $0.15 dólares el kilo (2003) en la capital estatal (La Paz) y eventualmente es exportada a los Estados Unidos. A través de intermediarios el precio se incrementa sustancialmente.

Cifras oficiales (Anónimo, 1998) revelan un promedio anual de 8 a 9 autorizaciones dentro del período 1990-1997 para la elaboración de carbón a partir de estas especies, basadas en la extracción de 34,068.14 m^3 de leño en rollo en el municipio de Comondú y seis autorizaciones para extraer 15,838.5 m^3 en el municipio de La Paz. Estos números podrían ser inferiores a las cantidades realmente aprovechadas, debido al clandestinaje. El volumen anotado se refiere al leño sin distinción de especies, pero correspondería principalmente al tronco y ramas de "mezquite amargo" con diámetros superiores a 10 cm, ya que estas dimensiones son las mínimas útiles para el propósito de producción de carbón. Así también se estima que una tonelada de carbón se produce a partir de 5 m^3 de leño en rollo, sin distinción de la especie (Osuna Leal, 1989).

No es fácil evaluar el impacto ecológico por la extracción del leño, que sin duda existe, situación que podría manifestarse como una contingencia ambiental en el futuro de no tomarse las medidas adecuadas desde el presente, ya que la extracción repercute en la tasa de regeneración natural de las mismas especies y de aquellas otras que podrían requerir de su resguardo. De hecho, los habitantes de la zona de estudio declaran que el "palo fierro" ha dejado de ser ya la materia prima preferencial por la escasez de tallas adecuadas, y que ha sido sustituido por el "mezquite amargo".

Cabe señalar que las autoridades respectivas han pretendido llevar un control de la extracción, pero existen limitaciones, primero porque falta una vigilancia estrecha para evitar que se rebasen los límites establecidos, pero principalmente por la carencia absoluta de manejo silvícola, que debería basarse en la evaluación del recurso, así como en el conocimiento de la dinámica poblacional de cada especie y de su tasa de crecimiento.

El objetivo de esta investigación es el de estimar a nivel de poblaciones la disponibilidad del recurso para cada una de las especies de mezquite consideradas, específicamente el peso del leño en pie usado para la elaboración de carbón. La estimación se basa en la obtención de un modelo confiable, conformado con variables que impliquen mediciones no destructivas de los individuos y de rápida obtención. Las variables se integran en modelos predictivos representados por la

mejor regresión estadística definida empíricamente. La intención última es aportar información para que las autoridades estatales y federales puedan usarla para planificar las tasas de extracción de este recurso, mismas que también deberán acompañarse de medidas de mitigación. El presente estudio forma parte de otro más amplio que pretende establecer las bases de un manejo sustentable de las especies para proteger el recurso y mejorar las expectativas de vida de la población rural que habita en las rancherías de la Sierra de la Giganta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio se localiza al este de Ciudad Constitución, Baja California Sur. Corresponde a la vertiente occidental de la Sierra de la Giganta, la cual fisiográficamente se caracteriza por estar esculpida por arroyos intermitentes que en ocasiones conducen grandes volúmenes de agua hacia el área de Bahía Magdalena, en el Océano Pacífico, atravesando llanuras de pendiente suave a lo largo de hasta 100 km de distancia. Fitogeográficamente, se encuentra en la provincia del Desierto Sonorense, dentro de la subprovincia de las llanuras de (Bahía) Magdalena (Shreve y Wiggins, 1964; Wiggins, 1980). Genéricamente, su vegetación se ubica en la categoría de matorral xerófilo (Rzedowski, 1978). En algunos recodos de arroyos se han logrado formar valles aluviales en los cuales prevalecen suelos profundos de textura fina, en donde, si existe agua disponible, se practican de manera limitada actividades agrícolas de subsistencia.

La asociación vegetal de los márgenes de los arroyos corresponde a la denominada como mezquital (Rzedowski, 1978; Anónimo, 1981a), misma que se encuentra alterada por las actividades humanas y el ganado doméstico; las especies que la caracterizan son *Prosopis articulata*, *Schoepfia californica*, *Vallesia glabra* y *Acacia farnesiana*. En las mesas y lomeríos la cubierta vegetal corresponde al matorral sarcocaule (Anónimo, 1981a); los dominantes fisonómicos son *Jatropha cuneata*, *Prosopis palmeri*, *Opuntia cholla*, *Fouquieria diguetii*, *Bursera microphylla*, *Pachycereus pringlei* y *Larrea tridentata*. Aquí el suelo se caracteriza por presentar altos niveles de pedregosidad, superior a 90% en la superficie.

El clima corresponde a la fórmula BW(h')hw(x'), es decir, muy cálido, muy seco, con régimen de lluvias de verano, así como con escasa precipitación invernal; la estación meteorológica más cercana (Cd. Constitución) señala una acumulación promedio anual de 149 mm de lluvia y una temperatura media anual de 22 ºC, con base en un registro de 18 años (Anónimo, 1981b).

Metodología aplicada

El sitio elegido para la realización del estudio corresponde al arroyo La Picota-Tepentú (Fig. 1). Los muestreos destructivos se realizaron en las inmediaciones de la ranchería de Tepentú (25°08' N y 111°25' W, a 90 m s.n.m.) durante el verano de 1999. Se eligieron seis individuos de *P. palmeri* y seis de *P. articulata*, en los que se determinaron las siguientes cuatro medidas dasométricas: a) altura, b) cobertura (considerando la proyección de la copa como una elipse, se midió un diámetro largo y otro corto), c) altura a la primera ramificación y d) perímetro basal del tronco. La elección de los individuos se realizó a priori tratando de abarcar la diversidad de dimensiones en la población para cada especie vegetal, partiendo de los tamaños mínimos propios para la explotación (diámetro basal superior a 10 cm). Se derribó cada uno de estos árboles y se pesó el leño útil para fabricación de carbón (con diámetro de ramas y tallos mayor de 10 cm). El permiso respectivo para el derribo fue otorgado bajo el número 03/388/98 por la delegación en Baja California Sur de la Secretaría del Medio Ambiente y de Recursos Naturales.

Los datos de cada especie se sometieron para su análisis de regresión con ayuda del programa Statistica 5.0, usando como variable dependiente (y) el peso del leño y como variables independientes (x) el resto de las medidas dasométricas. La relación entre las variables se analizó por medio de las siguientes siete opciones de correlación:

(1) lineal simple: $y = \mathrm{b}x + \mathrm{a}$
(2) exponencial: $y = e^{(\mathrm{a} + \mathrm{b}x)}$ o $\ln(y) = \mathrm{b}x + \mathrm{a}$
(3) logarítmica: $y = \mathrm{a}x^{\mathrm{b}}$ o $\ln(y) = \mathrm{b} \ln(x) + \ln(\mathrm{a})$
(4) semi-logarítmica-x: $y = \mathrm{b} \ln(x) + \mathrm{a}$
(5) recíproca: $1/y = \mathrm{b}x + \mathrm{a}$ o $y = 1/(\mathrm{b}x + \mathrm{a})$
(6) cuadrática-x: $y = \mathrm{b}x^2 + \mathrm{a}$
(7) de raíz cuadrada-y: $\sqrt{y} = \mathrm{b}x + \mathrm{a}$

Siguiendo el criterio de varios autores, como Murray y Jacobson (1982), Vora (1988) y Patón et al. (1998), se usó el coeficiente de determinación R^2 (el cuadrado del coeficiente de correlación simple r) como el criterio para obtener el mejor modelo de regresión. Este estimador cuantifica la relación de la suma de cuadrados de las desviaciones de los datos individuales con respecto a los correspondientes en el modelo obtenido (diferencia que da lugar a la suma de cuadrados de los residuales o del error); en otras palabras, representa la proporción de la variación de los datos explicada por el modelo respectivo. El valor 1 (o 100%) supone el ajuste perfecto de los puntos sobre el modelo (Zar, 1984). Todos los modelos de

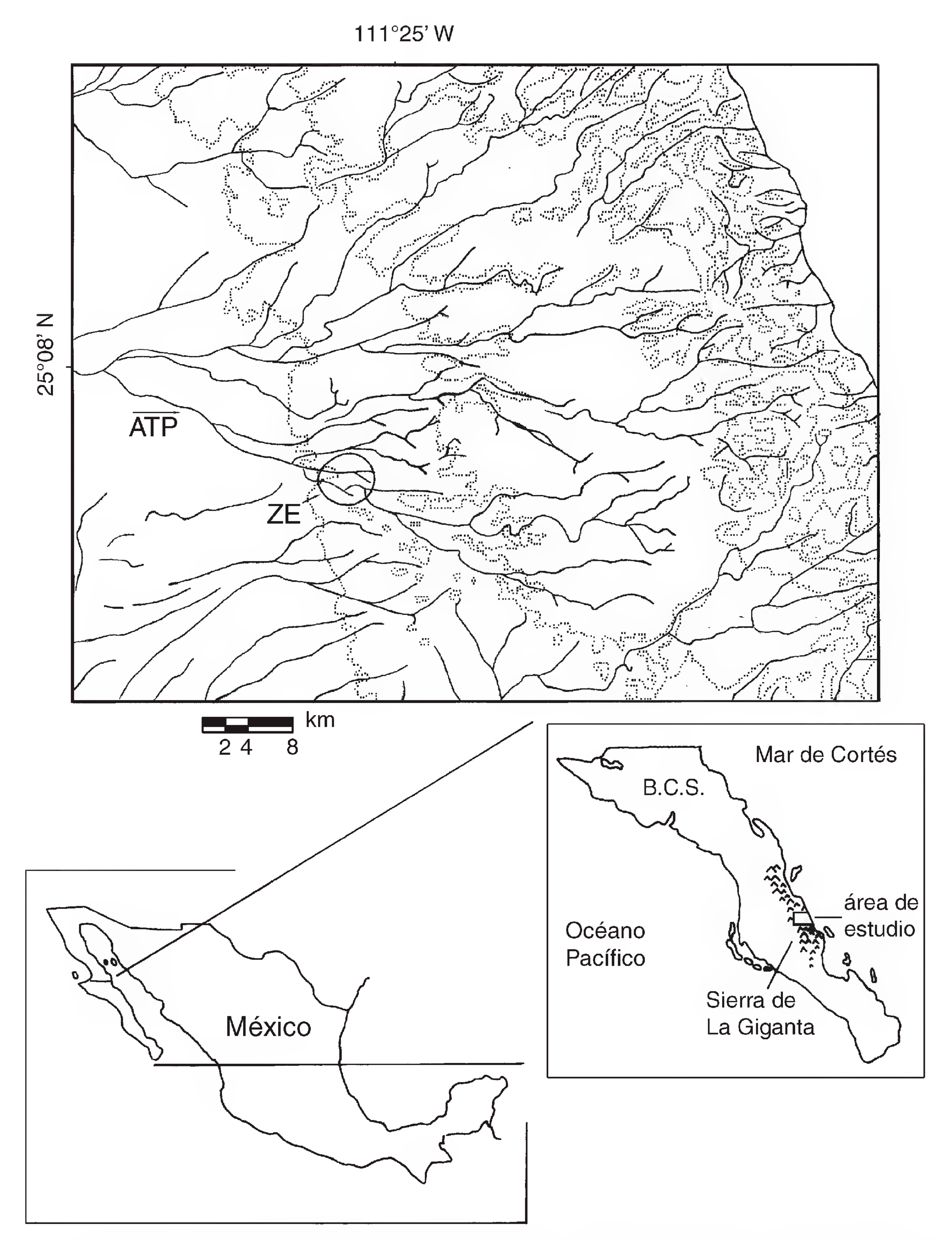


Fig. 1. Ubicación geográfica de la Sierra de La Giganta en Baja California Sur, México. Zona de estudio (ZE) en el arroyo Tepentú-La Picota (ATP), donde se realizaron los muestreos destructivos y no destructivos. La superficie de la cuenca del arroyo es de 723 km^2 situados arriba de la cota de 100 m sobre el nivel del mar.

regresión fueron probados mediante el cálculo de F para comparar su varianza residual. A mejor ajuste de los puntos, es decir a mayor valor de R^2, se obtienen F altamente significativas, $p << 0.05$ (Kvalseth, 1985).

Una vez obtenido y valorado el mejor modelo para cada especie, en una segunda etapa del estudio, se procedió a realizar mediciones en la misma área de trabajo en poblaciones de ambas especies de la variable que mejor se relacionó con el peso del leño. Para ello se realizaron cinco muestreos de 1 ha (100 x 100 m) para *P. palmeri* y seis para *P. articulata*. Obtenidas las determinaciones de las variables para cada caso, se procedió a integrarlas en el modelo respectivo para calcular el peso del leño fresco en esa unidad de superficie.

Para contar con datos del peso específico del leño de cada especie de mezquite, se realizaron determinaciones del peso respectivo de un volumen conocido, tanto en condición de leño fresco (considerado como el punto de inflexión en la ganancia de peso al someterla a condiciones de humedad), como en la condición seca (2 h en un horno a 45°C).

RESULTADOS

Producto del muestreo destructivo en seis ejemplares de cada especie, el Cuadro 1 señala los registros para las cuatro variables independientes consideradas para la obtención de los modelos empíricos (x, altura de la primera rama, perímetro basal, cobertura del dosel, y altura total del individuo) y la variable dependiente obtenida (y, peso fresco del individuo). El Cuadro 2 muestra los valores de los estimadores R^2 y F obtenidos en cada caso para las dos especies de *Prosopis* con respecto a los pares de variables comparadas (x, y) en las siete opciones de correlación empleadas. En negritas se señalan los mejores ajustes de acuerdo con los mejores niveles de los estimadores.

Mientras que en *P. palmeri* se obtuvo la máxima correlación con el modelo exponencial (ecuación 2) en la relación cobertura-peso ($R^2 = 0.94$; $F = 63.26$), en *P. articulata* la misma se logró usando la opción logarítmica (ecuación 4) en la relación perímetro basal-peso del leño ($R^2 = 0.98$; $F = 394.12$). En estos modelos los valores de la pendiente (a) y la intercepción (b) son: para *P. articulata* a = 5.802; b = 2.618, y para *P. palmeri* a = 0.797; b = 0.177.

Cabe observar que en el caso de *P. articulata* se obtuvieron coeficientes de R^2 de 0.98 para la correlación perímetro basal-peso en dos distintos modelos empíricos, pero el semi-logarítmico muestra una F más significativa ($F = 394.12$, $p << 0.05$) que el de raíz cuadrática en y ($F = 210.93$). Un mayor valor en F indica una menor varianza residual de los puntos o mejor ajuste entre los mismos; por tal razón, sólo el primer modelo se usó para esta especie en la fase de las estimaciones.

Cuadro 1. Datos recabados de los muestreos destructivos de seis individuos de *Prosopis palmeri* (palo fierro) y otros tantos de *Prosopis articulata* (mezquite amargo) en el área del arroyo Tepetú-La Picota, municipio de Comondú, Baja California Sur (pie de la Sierra de La Giganta). El peso del leño fresco es la variable independiente (y) en los modelos de regresión.

	No. de individuo	Altura de la primera rama APR	Perímetro basal PB	Cobertura del dosel C	Altura total A	Peso fresco W
		m	m	m^2	m	kg
Prosopis palmeri	1	1.21	1.56	30.94	5.95	517
	2	1.30	0.79	25.87	4.60	149
	3	1.59	0.61	20.95	4.40	167
	4	0.41	0.48	17.59	3.60	36
	5	0.52	0.94	19.93	3.10	89
	6	0.30	0.17	6.93	2.20	7
Prosopis articulata	1	1.65	2.08	119.05	9.60	2,331
	2	1.55	1.51	58.37	7.10	1,026
	3	1.82	1.18	40.83	6.90	622
	4	2.10	0.97	63.69	5.90	213
	5	0.71	0.59	20.45	4.70	82
	6	2.45	0.28	4.80	3.85	13

El Cuadro 3 muestra los resultados de la segunda etapa del estudio, consecuencia de la ejecución de muestreos no destructivos en superficies de 1 ha para cada especie de mezquite (cinco sitios para *P. palmeri* y seis para *P. articulata*), en las cuales sólo se realizaron mediciones de la variable independiente seleccionada para el caso (Cuadro 2). Una vez sustituidos esos valores en el modelo respectivo de cada especie, se obtiene la cantidad del peso fresco del leño por unidad de superficie. Se señalan asimismo el número de individuos muestreados en cada sitio,

Cuadro 2. Coeficientes de determinación R^2 y su correspondiente estimación de varianza por el valor F para los siete modelos empíricos de regresión evaluados. Variables independientes: (x) APR: altura de la primera ramificación, PB: perímetro basal, C: cobertura del dosel o copa, A: altura del árbol. Variable dependiente (y) W: peso fresco del leño.

	Modelo		APR-W	PB-W	C-W	A-W	
1	Lineal	R^2	0.33	0.81	0.66	0.79	*Prosopis palmeri*
		F^2	2.05	17.83	7.98	15.97	
2	Exponencial	R^2	0.61	0.76	**0.94**	0.84	
		F^2	6.28	13.36	**63.26**	23.33	
3	Logarítmico	R^2	0.74	0.89	0.91	0.88	
		F^2	11.71	33.01	41.66	30.01	
4	Semi-logarítmico	R^2	0.40	0.57	0.47	0.67	
		F^2	2.72	5.37	3.55	8.27	
5	1/x	R^2	0.42	0.32	0.31	0.54	
		F^2	3.01	1.40	1.84	4.70	
6	x^2	R^2	0.24	0.89	0.81	0.89	
		F^2	1.30	33.52	17.78	33.51	
7	Raíz cuadrada y	R^2	0.51	0.85	0.84	0.89	
		F^2	4.23	23.67	21.31	34.25	
1	Lineal	R^2	0.008	0.88	0.81	0.89	*Prosopis articulata*
		F^2	0.034	30.62	17.30	35.73	
2	Exponencial	R^2	0.062	0.92	0.72	0.89	
		F^2	0.264	47.32	10.53	34.26	
3	Logarítmico	R^2	0.003	0.89	0.87	0.96	
		F^2	0.015	33.01	28.34	100.80	
4	Semi-logarítmico	R^2	0.003	**0.98**	0.51	0.80	
		F^2	0.012	**394.12**	4.22	19.72	
5	1/x	R^2	0.031	0.64	0.24	0.68	
		F^2	0.130	7.36	1.31	8.51	
6	x^2	R^2	0.053	0.40	0.86	0.95	
		F^2	0.225	2.68	26.30	93.09	
7	Raíz cuadrada y	R^2	0.017	0.98	0.81	0.97	
		F^2	0.071	210.90	17.74	149.56	

Cuadro 3. Cálculo del peso fresco del leño útil para la elaboración de carbón de las dos especies de *Prosopis* estudiadas, con base en los datos obtenidos del muestreo no destructivo y aplicando los modelos de regresión respectivamente seleccionados. Para *P. palmeri* se usó la cobertura (m^2) de 1,283 individuos con el fin de estimar la cantidad de leño en pie por unidad de área. Para *P. articulata* se empleó el perímetro basal del tronco (m) de 755 plantas con el mismo propósito (intervalo de confianza 95%).

Prosopis palmeri	Sitio				
	1	2	3	4	5
Número de individuos	232	287	259	281	224
Cobertura sumaria (m^2)	1,178.0	1,765.4	1,543.7	1,709.5	1,006.8
Promedio de cobertura (m^2)	5.1	6.8	5.4	6.1	4.5
Desviación estándar	2.1	2.3	2.3	2.5	1.7
Coeficiente de variación	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4
Peso sumario (kg)	1,510.5	2,602.7	1,921.4	2,453.3	1,268.6
Peso promedio x individuo (kg)	6.5	10.0	6.7	8.7	5.7
Desviación estándar	3.0	5.9	1.4	5.3	2.2
Coeficiente de variación	0.5	0.6	0.2	0.6	0.4

Prosopis articulata	Sitio					
	1	2	3	4	5	6
Número de individuos	129	130	126	79	178	113
Perímetro sumario (m)	109.2	117.5	110.0	42.4	128.5	89.7
Promedio del perímetro (m)	0.8	0.9	0.9	0.6	0.7	0.8
Desviación estándar	0.4	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3
Coeficiente de variación	0.5	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4
Peso sumario (kg)	53,809.3	52,136.2	42,583.5	7,290.1	35,981.2	30,442.2
Peso promedio x individuo (kg)	417.1	401.0	338.0	92.3	202.1	269.4
Desviación estándar	464.2	365.0	288.6	75.3	169.7	234.7
Coeficiente de variación	1.1	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9

los valores totales y promedio con su desviación estándar de la respectiva variable independiente empleada (cobertura en *P. palmeri* y perímetro basal en *P. articulata*), así como el coeficiente de variación correspondiente (desviación estándar/valor promedio). En un segundo inciso se anota la biomasa del leño útil para cada caso obtenida al sustituir en el modelo respectivo el valor de la variable independiente; se incluye el peso promedio por individuo, su desviación estándar y el coeficiente de variación. Cabe observar la diferencia hasta en un orden de magnitud de tonelaje promedio de *P. articulata* (37,040 kg/ ha) respecto a *P. palmeri* (2,045 kg/ha).

La Fig. 2 ilustra la dispersión de los seis puntos que conforman la recta de regresión obtenida (puntos cerrados), y sobrepuestos (puntos abiertos) los respectivos calculados con el modelo obtenido, que en cada caso son 755 para *P. articulata* (a) y 1,283 para *P. palmeri* (b), ambos se muestran en el contexto del intervalo de confianza de 95% ($p < 0.05$). En el eje x se representa el logaritmo natural (ln) del perímetro basal (gráfica a) y la cobertura (gráfica b), en el eje y los valores esperados en logaritmo natural del peso del leño según el modelo empleado. En todos los casos estos puntos se encuentran ubicados dentro de los límites de confianza de la regresión lineal usada.

Los resultados de la determinación del peso específico arrojaron las siguientes cifras: en *P. palmeri*, peso seco = 1.283 gr/cm^3, peso fresco = 1.287 gr/cm^3. Mientras que en *P. articulata*, peso seco = 1.045 gr/cm^3, y en peso fresco = 1.063 gr/cm^3. Lo anterior revela una notable diferencia entre las dos especies, pero también señala la circunstancia de que el secado no altera casi en absoluto el peso de la madera.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Una de las limitaciones del presente estudio es el número relativamente reducido de muestras (seis por especie) a partir del cual se desarrolla el análisis. En teoría, una cantidad más elevada de muestreos permitiría incluir un mayor intervalo de la variación de la relación entre la dimensión del árbol y su peso, y así obtener resultados con un nivel de confianza más estrecho. Cabe señalar que por razones éticas y de limitaciones de infraestructura para trozar más árboles se consideró que el número de derribos fuera el anteriormente anotado. Con el propósito de compensar esta aparente limitación, los autores eligieron árboles completos, aún sin evidencias de cortes por leñadores, y que parecieron ser también los de mayores dimensiones observados en los diferentes recorridos realizados en el área.

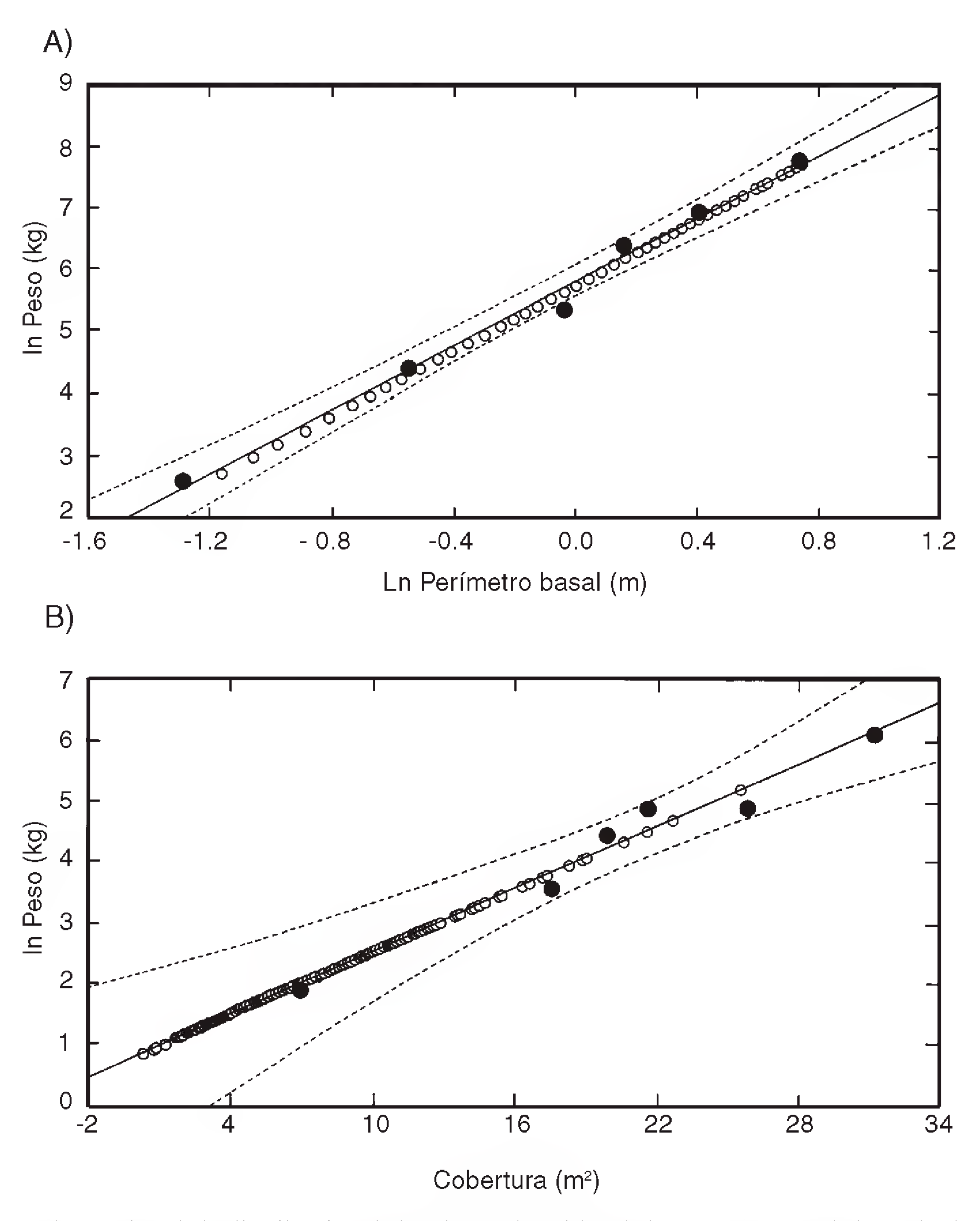


Fig. 2. Ilustración de la distribución de los datos obtenidos de los muestreos y de los calculados con base en los modelos de regresión respectivos dentro de un nivel de confianza de 95% ($p < 0.05$). Los puntos cerrados corresponden a las 6 determinaciones que dieron lugar al modelo para cada especie. Los puntos abiertos indican las estimaciones del peso del leño con base en muestreos no destructivos usando la variable dependiente (x) respectiva. A) *Prosopis articulata*, con datos de ambos ejes expresados en su logaritmo natural (ln) en vista del modelo logarítmico utilizado [$\ln(y) = b \ln(x) + \ln(a)$]. B) *Prosopis palmeri*, con la transformación a la escala logarítmica sólo en el eje de la variable independiente (y), dado el uso del modelo exponencial [$\ln(y) = bx + a$].

Los resultados obtenidos muestran que no necesariamente la misma medida morfométrica, expresada como la variable independiente de un modelo, puede ser de utilidad en dos o más especies de *Prosopis* cuando es empleada para inferir el peso del leño. La razón puede encontrarse al considerar que a pesar de que se trata de plantas arbóreas, cada una muestra un particular patrón de crecimiento. En el caso del "mezquite amargo" *P. articulata*, se trata de un árbol cuyos individuos suelen superar los 5 m de altura, con un crecimiento comparativamente más rápido que la otra especie, su gran perímetro basal es el efecto del crecimiento secundario del leño que le permite soportar varios cientos de kilogramos de peso total que logran alcanzar por lo general los individuos en el lapso de unos 100 años, de acuerdo con informantes rurales.

En contraste, el "palo fierro", *P. palmeri*, desarrolla comúnmente plantas de 2 a 3 m, y excepcionalmente 5 m de alto, por lo que el papel de la resistencia mecánica del tronco no parece tener la misma importancia que en el primer caso, ya que se trata de organismos de lento crecimiento. En consecuencia, otra variable estructural, como el crecimiento horizontal del ramaje, determinado como su cobertura, guarda mejor relación con su biomasa leñosa. Excepcionalmente se encuentran ejemplares que sobrepasan los 5 m de altura, pero nunca se presentan como individuos frondosos, ya que el daño durante los siglos de edad se refleja en su crecimiento.

Los resultados de los muestreos extensivos no destructivos indican que varios individuos de *P. articulata*, de los 755 inventariados, se acercaron al límite superior de 2 m de perímetro basal (ver registros selectivos que dieron lugar al modelo en el Cuadro 1), lo cual indica que tal medida marca el límite superior de crecimiento para los añejos individuos de la especie en esta región geográfica. El resto de las mediciones se distribuyen con cierta uniformidad dentro del intervalo de datos del modelo del Cuadro 1, como puede observarse al compararlo con la Fig. 2. Por el contrario, en el muestreo extensivo de 1283 individuos de *P. palmeri*, si bien sólo unas pocas mediciones se encuentran próximas al límite superior de la cobertura, la mayor parte de tales registros extensivos de esta variable se agregaron hacia la mitad inferior del conjunto de los registros selectivos (comparar Cuadro 1 y Fig. 2), lo que indica que las tallas grandes son excepcionales, producto de una particular estructura poblacional, o bien que el actual aprovechamiento refleja el resultado de un proceso de extracción selectivo sobre árboles de tamaños grandes.

Aunque formalmente no se presentan resultados que indiquen la estructura poblacional por edades, o algún otro parámetro que permita inferirla, la secuencia de los cientos de registros calculados que se muestran en la Fig. 2 señala la tendencia de la agregación de los individuos de cada especie en función de la variable correspondiente, que con ciertas reservas sugerirían "clases de edad". Debido a la extracción selectiva de las tallas grandes, tal tendencia subestima a las tallas

mayores. Esta afirmación es particularmente cierta en el caso del palo fierro, *P. palmeri*, ya que por el grado de dureza su leño ha sido tradicionalmente preferido por los rancheros locales para múltiples usos.

El mezquite amargo, *P. articulata*, si bien presenta una mayor densidad de biomasa por unidad de superficie que la otra especie, cabe resaltar que su hábitat (los cauces de arroyos) cubre proporcionalmente una menor área que la correspondiente al del palo fierro. Una estimación comparativa gruesa del terreno ocupado por el hábitat de cada especie (laderas y mesas vs. arroyos), basada en el análisis de un mapa de la zona, y con ayuda del trazo de polígonos analizados por un sistema de información geográfica (SIG), muestra que menos de 1.0% de la superficie es ocupada por los cauces de arroyos (el hábitat de *P. articulata*) en una extensión de 723 km^2 de la cuenca del sistema de arroyos Tepentú-La Picota, dentro de las cotas altitudinales de 100 y 400 m.

Considerando los 49,900 m^3 de madera en rollo que oficialmente se declararon aprovechados, de acuerdo con los permisos del período 1990-1997 en los municipios de La Paz y Comondú (Anónimo, 1998), este volumen representaría en peso la extracción de 6,635 a 8,033 ton de leño en promedio anual, aplicando la conversión en función de los valores de peso específico antes citados y en la inteligencia de que los valores extremos corresponden a la condición teórica de uso exclusivo de una u otra especie. Si se tratase de aprovechamientos intensivos, que afectaran uniformemente sólo la superficie requerida para obtener ese volumen, y si se compara esta cantidad con la biomasa de leño aprovechable de cada especie por unidad de superficie, señalada en el Cuadro 3, resultaría que: a) de provenir exclusivamente de mezquite amargo, la extracción anual equivaldría al aprovechamiento de individuos de tallas propias para el propósito en una superficie de 179.1 ha en los bordes de arroyos; b) de tratarse exclusivamente de palo fierro, equivaldría al aprovechamiento anual de individuos en 3,928 ha en mesas y lomeríos.

Afortunadamente, la extracción ocurre en una amplia superficie, afectando individuos de un sitio y de otro, y aprovechando en principio “leñas muertas”, lo que permite amortiguar el impacto sobre los procesos de crecimiento y regeneración natural de cada población. Sin embargo, algunos factores se suman para acentuar el impacto, como es el uso ancestral del recurso para energía y postería, al igual que la extracción clandestina, de la cual no existen datos ni estimaciones. De manera opuesta, bajo cierta perspectiva la actividad ganadera puede considerarse un factor que favorece las etapas de dispersión y germinación de semillas, y resulta también positivo el hecho de que algunos tocones tienen la capacidad de rebrotar después de cortados.

De acuerdo con las cifras oficiales (Anónimo, 1998), el beneficio económico recibido por la extracción, elaboración, transporte y venta de carbón a través de

8 años puede alcanzar el equivalente a $1,300,000.00 dólares, cantidad que si se repartiera equitativamente entre las decenas de familias que se ocupan de esta actividad (80-120), bien podría alcanzar para proporcionar niveles de ingreso de una familia promedio urbana. Sin embargo, una encuesta privada reciente (Sociedad Niparajá, 2003, com. pers.) señala que los beneficios económicos se encuentran sesgados hacia los compradores mayoristas, quienes adquieren alrededor de 50% de la producción. Estos últimos compran el kilogramo del producto en la carbonera a $1.90 pesos o en la Cd. de La Paz hasta en $4.00 pesos. La reventa del carbón al menudeo se ubica entre $7.00 y $7.50 pesos por kilo. La otra mitad es adquirida directamente por cadenas de restaurantes que lo usan para cocinar carne de res y pollo al estilo peninsular.

Son varios los aspectos que deberán abordarse en las siguientes etapas de esta investigación, tendientes a diseñar un plan de manejo silvícola para el recurso vegetal en cuestión. Uno de ellos es el relacionado con la productividad de cada especie, para lo cual es indispensable contar con información sobre la edad de cada individuo, relacionándola estadísticamente con variables como el peso del leño; lo anterior no parece ser una empresa fácil, ya que en los mezquites los anillos de crecimiento no son estrictamente anuales (Flinn et al., 1994). Otro más es el relativo a la tasa de reclutamiento en las clases de edades o de tamaños de las poblaciones, datos que permitirían establecer una tabla de vida para cada especie. Finalmente, sería necesario inventariar a una escala mayor las existencias de estos recursos a través de sistemas de información geográfica (SIG).

AGRADECIMIENTOS

Deseamos reconocer la valiosa participación de Franco Cota y Miguel Domínguez en el duro trabajo de campo; de Jesús Quiñones, del Instituto Nacional de Ecología de Baja California Sur, quien nos facilitó información de archivos; de Don Manuel Gómez Higuera, propietario del rancho “La Poza Sola”, quien amablemente nos brindó facilidades en su propiedad, así como de sus hijos Álvaro y Antonio. Agradecemos a la Sociedad de Historia Natural Niparajá A. C. de La Paz, B. C. S. la valiosa información del estudio de mercado de productos pesqueros, agropecuarios y rurales. Rocío Coria elaboró el mapa de ubicación.

LITERATURA CITADA

Anónimo. 1981a. Carta de uso del suelo y vegetación 1:1,000,000. Hoja La Paz. Secretaría de Programación y Presupuesto, Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. México D.F.

Anónimo. 1981b. Carta de climas 1:1,000,000. Hoja La Paz. Secretaría de Programación y Presupuesto, Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. México D.F.

Anónimo. 1996. Estudio hidrológico del Estado de Baja California Sur. Instituto Nacional de Estadística e Información Geográfica (INEGI)-Gobierno del Estado de Baja California Sur. Aguascalientes, Ags. 206 pp.

Anónimo. 1998. Estadística de autorizaciones y evolución del volumen y valor de la producción forestal (1990-1997) municipios de La Paz y Comondú. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur. 9 pp.

Carrillo-García, A., J. L. León de la Luz, Y. Bashan y G. J. Bethlenfalvay. 1999. Nurse plants, mycorrhizae, and plant establishment in a disturbed area of the Sonoran Desert. Restoration Ecology 7(4): 321-335.

Flinn, R. C., S. Archer, T. W. Boutton y T. Harlan. 1994. Identification of annual rings in arid-land woody plants: *Prosopis glandulosa*. Ecology 75(3): 850-853.

Kvalseth, T. O. 1985. Cautionary note about R^2. American Statistics 39: 279-285.

Murray, R. B. y M. Q. Jacobson. 1982. An evaluation of dimension analysis for predicting shrub biomass. Journal of Range Management 35: 451-454.

Osuna Leal, E. 1989. Comparación de la eficiencia de tres métodos para la elaboración de carbón con mezquite (*Prosopis* spp.). Tesis de Licenciatura (Ingeniero Agrónomo). Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur. 67 pp.

Patón, D., P. Azócar y J. Tovar. 1998. Growth and productivity in forage biomass in relation to the age assessed by dendrochronology in the evergreen shrub *Cistus ladanifer* (L.) using different regression models. Journal of Arid Environments 38: 221-235.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México, D.F. 431 pp.

Shreve, F. e I. L. Wiggins. 1964. Vegetation and flora of the Sonoran Desert. Stanford University Press. Stanford, CA. 1740 pp.

Turner, M. R., J. W. Bowers y T. L. Burgess. 1995. Sonoran desert plants: an ecological atlas. The University of Arizona Press. Tucson, AZ. 504 pp.

Vandermeer, J. 1980. Saguaros and nurse trees: a new hypothesis to account for population fluctuations. Southwestern Naturalist 25: 357-360.

Vora, R. S. 1988. Predicting biomass of five shrub species in northeastern California. Journal of Range Management 41(1): 63-65.

Wiggins, I. L. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press. Stanford, CA.1025 pp.

Zar, J. H. 1984. Biostatistical analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J. 718 pp.

Recibido en octubre de 2000.
Aceptado en junio de 2005.

Acta Botanica Mexicana 72: 33-38 (2005)

INGA COLIMANA (LEGUMINOSAE) UNA ESPECIE NUEVA DEL OCCIDENTE DE MÉXICO

Eloy Padilla V., Ramón Cuevas G. y Arturo Solís M.

Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad
Universidad de Guadalajara,
Apartado postal 64, 48900 Autlán, Jalisco
correo electrónico: rcuevas@cucsur.udg.mx

RESUMEN

Se ilustra y describe como especie nueva *Inga colimana*, conocida únicamente del estado de Colima. El nuevo taxon pertenece a la sección *Leptinga* y parece estar relacionado con *I. jinicuil* G. Don e *I. cinnamomea* Spruce ex Benth., de las cuales se diferencia por sus frutos y semillas más pequeños.

Palabras clave: Colima, *Inga*, Leguminosae, occidente de México.

ABSTRACT

Inga colimana sp. nov., a species known only from the state of Colima, is described and illustrated. The plant belongs to the section *Leptinga* and seems to be related with *I. jinicuil* G. Don and *I. cinnamomea* Spruce ex Benth., but it differs in its smaller fruits and seeds.

Key words: Colima, *Inga*, Leguminosae, western Mexico.

En una de las exploraciones realizada en el estado de Colima en los últimos cinco años, con la finalidad de elaborar un catálogo de las especies de plantas arbóreas que crecen silvestres en la entidad, se encontró un árbol en el bosque mesófilo de montaña que pertenece al género *Inga*. Después de revisar los trabajos de Sousa (1993) y Pennington (1997), se llegó a la conclusión de que sus características no coinciden con ninguna de las especies descritas, por lo cual se propone como especie nueva con el nombre:

Inga colimana Padilla-V., Cuevas-G. & Solís-M., sp. nov. Fig. 1.

Similis *Inga jinicuil* a qua glandula foliari globosa, calyce cyathiformi brevi 0.8-1.3 mm longo, legumine minore differt.

Arbor 7-15 m alta; ramuli glabri; stipulae subulatae, 2.5-5 mm longae; folia plerumque 3-jugata; rachis foliaris teres, glandula globosa; petiolus teres, 1-4.5 cm longus; inflorescentiae capituliformes; pedunculus 1.6-8 cm longus; flores sessiles, 16-17 mm longi; corolla 5-7 mm longa; tubos staminaceus exsertus; legumen oblongum, 6-17 cm longum, 2-2.6 cm latum.

Árbol perennifolio, de 7-15 m de altura; tronco hasta de 35 cm de diámetro, algunas veces ramificado cerca de la base, corteza de 6-13 mm de grosor, la externa rugosa y castaño rojiza, la interna rojiza; ramillas de 2-4 mm de grueso, de color verde olivo a castaño claro con la edad, glabras, con abundantes lenticelas; estípulas subuladas, de 2.5-5 mm de largo, estrigosas a glabrescentes, pronto caedizas; hojas de 10-27 cm de largo, comúnmente con tres pares de folíolos, algunas veces dos o cuatro, ocasionalmente uno, raquis cilíndrico, con frecuencia con la parte adaxial acanalada, glabrescente a glabro, con un nectario foliar reducido entre el primer par basal de folíolos, globoso o estipitado globoso, de ser globoso de 0.5 mm de diámetro, cuando estipitado de 0.7-1 mm de largo, rara vez ausente o presente también entre el siguiente par de foliolos; pecíolo cilíndrico, de 1-4.5 cm de largo; folíolos opuestos, en ocasiones subopuestos o alternos, elípticos a lanceolados, algunas veces obovados, con frecuencia falcados, subcoriáceos, aumentando gradualmente de tamaño en forma acrópeta, la lámina de los basales de 4.5-9 cm de largo y 1.3-3 cm de ancho, los apicales de 8-22.5 cm de largo y 2-7.5 cm de ancho, con el ápice acuminado a agudo, base atenuada a cuneada, comúnmente oblicua; nerviación braquidódroma, con 8-18 pares de nervios laterales, con la haz y el envés glabros, pruinosos; peciólulos de 2-4 mm de largo, pubérulos a glabros; inflorescencias capitadas, axilares a subterminales, una a tres por axila, la cabezuela de 2.5-3.5 cm de diámetro, con alrededor de 40 flores; receptáculo globoso, de 3-5 mm de diámetro, glabro; brácteas del receptáculo linear triangulares, menores de 1 mm de largo, pronto caedizas; pedúnculo de 1.6-8 cm de largo, comprimido, pubérulo a glabro, en ocasiones con una bráctea triangular cerca de la base de la inflorescencia, estrigosa, de 1-1.5 mm de largo, pronto caedizas; flores sésiles, en botón obpiriformes, de 16-17 mm de largo; cáliz ciatiforme, de 0.8-1.3 mm de largo, con los lóbulos anchamente triangulares, de 0.25 mm de largo, estrigosos a glabrescentes; corola verde amarillenta, de 5-7 mm de largo, con los lóbulos oblongos a elípticos, de 2.5-3 mm de largo, con el ápice agudo a acuminado, glabros; androceo blanco, de 15-17 mm de largo, con 35-48 estambres, tubo estaminal

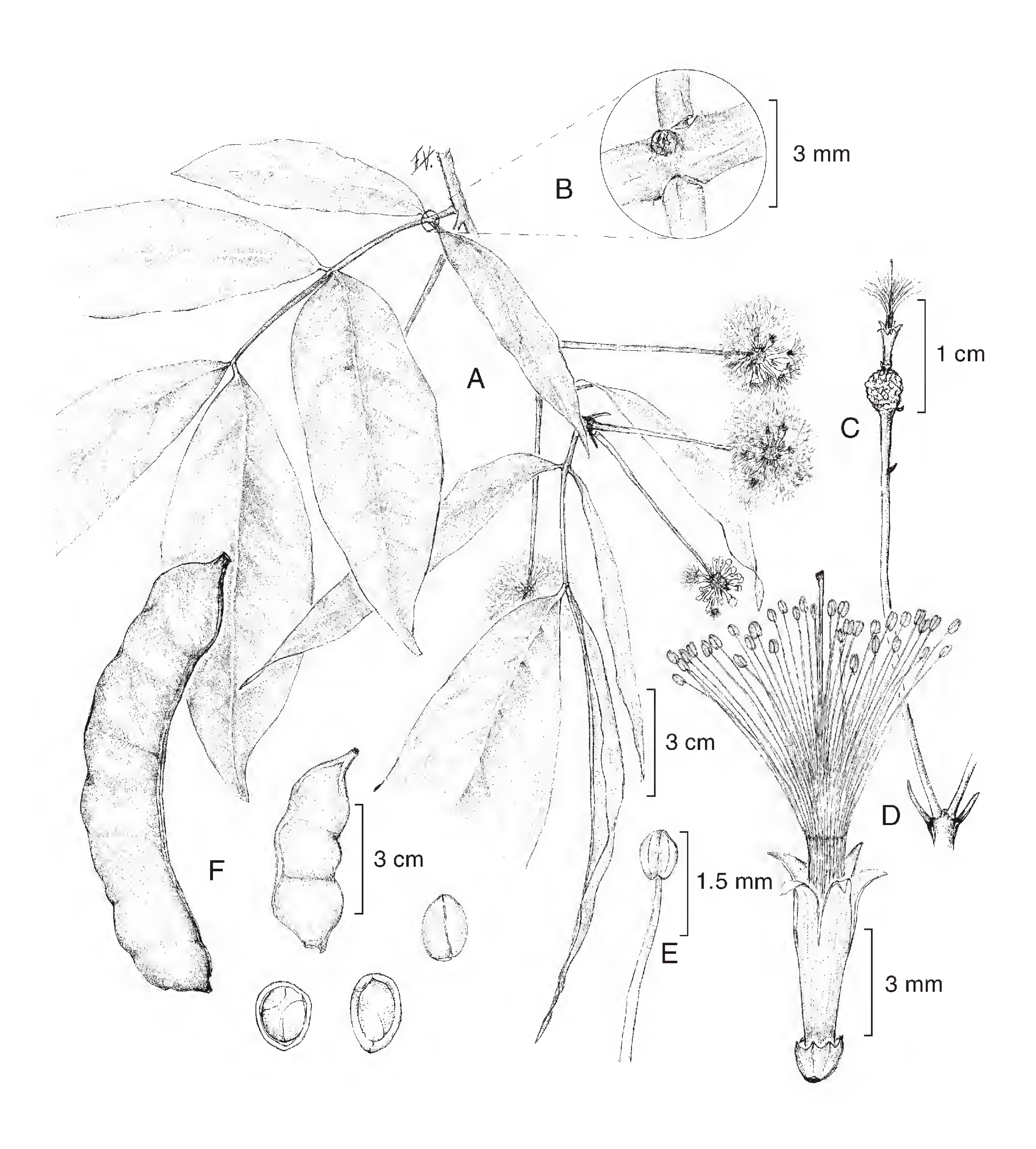


Fig. 1. *Inga colimana* Padilla-V., Cuevas-G. & Solís-M. A. Ramilla con hojas e inflorescencias; B. Detalle del nectario interfoliolar; C. Cabezuela con una flor y una bráctea; D. Detalle de una flor; E. Detalle de un estambre (*Cuevas-G.* et al., *7340*); F. Frutos y semillas (*Padilla-V. 696*).

exserto, anteras de 0.5 mm de largo, glabras; gineceo de 15-18 mm de largo, ovario comprimido a subcilíndrico, de 2.5-3 mm de largo, glabro; legumbres oblongas, comprimidas a subcilíndricas, de (4)6-17 cm de largo, 2-2.6 cm de ancho y 1.3-1.6 cm de grueso, rectas a falcadas, glabras y amarillentas cuando maduras, con 1-10 semillas, con frecuencia con varios óvulos abortados; semillas globosas, subglobosas o elipsoides, de 15-26 mm de largo, 13-16 mm de ancho y 11-13 mm de grueso, de color verde, sarcotesta delgada y blanca.

Tipo: México, Colima: La Gloria Escondida, dentro del ejido de Agua Fría, municipio de Minatitlán, bosque mesófilo de montaña (bmm), 19°18'20" N y 104°01'52" W, altitud 1560 m, 9.III.2002, *Cuevas-G., Padilla-V., Solís-M. y Duque-Z. 7340* holotipo en ZEA, isotipos por distribuir.

Material adicional examinado: MÉXICO, Colima: La Gloria Escondida, dentro del ejido de Agua Fría, municipio de Minatitlán, altitud 1580 m, 7.VII.2001, *Padilla-V. y Duque-Z. 120* (ZEA); ibid., altitud 1660 m, 23.II.2002, *Padilla-V. 495* (ZEA); ibid., altitud 1560 m, 9.III.2002, *Cuevas-G., Padilla-V., Solís-M. y Duque-Z. 7339* (ZEA); ibid., altitud 1560 m, 1.VI.2002, *Padilla-V. 696* (ZEA).

A *Inga colimana* se le encuentra en bosque mesófilo de montaña, en altitudes de 1500-1800 m, donde convive con *Persea hintonii* Allen, *Sebastiania hintonii* Lundell, *Inga eriocarpa* Benth., *Litsea glaucescens* H.B.K., *Quercus scytophylla* Liebm., *Styrax ramirezii* Greenm., *Croton draco* Schltdl., *Agonandra racemosa* (DC.) Standl., *Guardiola tulocarpus* A. Gray, *Zinowiewia concinna* Lundell, *Symplococarpon purpusii* (Brandegee) Kobuski, *Euphorbia peritropoides* (Millsp.) V.W. Steinm., *Passiflora macvaughiana* MacDougal, *Toxicodendron radicans* (L.) Kuntze, *Calliandra longipedicellata* (McVaugh) Macqueen & H.M. Hern., *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch., *Carpinus tropicalis* Furlow, *Parathesis villosa* Lundell y *Hedyosmum mexicanum* Cordemoy, entre otras.

Florece en los meses de febrero y marzo y fructifica de mayo a julio.

Localmente se le conoce como “cuil”.

La especie es de importancia forrajera para animales silvestres como el venado y el jabalí.

Por la presencia de individuos finamente pubérulos a glabrescentes; nectario foliar sésil a estipitado; inflorescencias capitadas; cáliz de 0.8-1.3 mm de largo, ciatiforme; corola verde amarillenta, de 5-7 mm de largo, glabra; estambres blancos,

de 15-17 mm de largo y en número de 35-48, *Inga colimana* encuentra acomodo en la sección *Leptinga* (Pennington, 1997), al lado de *I. jinicuil* G. Don e *I. cinnamomea* Spruce ex Benth.

En las recientes monografías y revisiones del género *Inga* se mantienen dos posiciones respecto a *I. jinicuil* e *I. paterno* Harms, pues hay quien afirma que se trata de un solo taxon, en cuyo caso *I. paterno* se incluye dentro de *I. jinicuil* (Pennington, 1997), mientras que no falta quien sostenga que deben mantenerse como especies separadas (Sousa, 1993, 2001).

En el sentido estricto y considerando a las dos especies como distintas, *I. colimana* se vincula más con *I. jinicuil*. También tiene relación cercana con *I. cinnamomea*. Los principales caracteres de separación entre las cuatro especies se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Comparación de caracteres morfológicos, distribución y altitud de las cuatro especies relacionadas.

Carácter	*I. jinicuil* (s.s.)	*I. paterno* (s.s.)	*I. cinnamomea*	*I. colimana*
Estípulas	5-9 mm de largo, caducas	9-22 mm de largo, persistentes	5-20 mm de largo, caducas	2.5-5 mm de largo, caducas
Nectario foliar	pateniforme	pateniforme a urceolado	pateniforme a ciatiforme	reducido, globoso a globoso estipitado
Flores	sésiles a cortamente pediceladas	pediceladas	sésiles a pediceladas	sésiles
Cáliz	1.5-2 mm de largo, campanulado	1.2-3 mm de largo, campanulado a cortamente tubular	3-6 mm de largo, infundibuliforme	0.1-1.3 mm de largo, ciatiforme
Corola	4-6 mm de largo	4-7.5 mm de largo	5.5-9 mm de largo	5-7 mm de largo
Tamaño de la legumbre	15-50 x 3.5-5 x 1.5-2 cm	13-40 x 4.5-7 x 2.5-3 cm	12-33 x 4.5-5 x 1-4.5 cm	6-17 x 2-2.6 x 1.3-1.6 cm
Distribución	Puebla y Oaxaca a Nicaragua	Puebla y Guerrero a Costa Rica	Bolivia amazónica, Perú, Ecuador, Colombia y la Amazonia brasileña	Colima
Altitud	1200-1900 m s.n.m.	100-1100 m s.n.m.	por debajo de los 500 m s.n.m.	1500-1800 m s.n.m.

El nombre del taxon alude al estado de Colima en México, de donde es aparentemente endémico.

AGRADECIMIENTOS

Se dan las gracias a la Universidad de Guadalajara por el apoyo económico otorgado en el año 2002 a través del proyecto "Inventario florístico de la región Costa Sur del estado de Jalisco y desarrollo del herbario ZEA"; al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo al primer autor para la escritura de la tesis de licenciatura "Flora arbórea del estado de Colima", a través del proyecto "Selección de áreas prioritarias para la conservación de comunidades arbóreas en el estado de Colima, México" bajo la responsabilidad del Dr. Guillermo Ibarra; al Ing. Roberto González Tamayo por la revisión cuidadosa del manuscrito. El M. C. Enrique V. Sánchez Rodríguez elaboró la ilustración; los pobladores del ejido de Agua Fría nos facilitaron el acceso y proporcionaron ayuda logística.

LITERATURA CITADA

Pennington, T. D. 1997. The genus *Inga* Botany. The Royal Botanic Gardens. Kew. 844 pp.

Sousa S., M. 1993. El género *Inga* (Leguminosae: Mimosoideae) del sur de México y Centroamérica, estudio previo para la Flora Mesoamericana. Ann. Missouri Bot. Gard. 80(1): 223-269.

Sousa S., M. 2001. *Inga*. In: Stevens, W. D., C. Ulloa U., A. Pool y O. M. Montiel (eds.). Flora de Nicaragua, Angiospermas. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 85(2): 1467-1483.

Recibido en noviembre de 2002.
Aceptado en mayo de 2005.

Acta Botanica Mexicana 72: 39-51 (2005)

TRICOMAS FOLIARES DE *CROTON* SECCIÓN *BARHAMIA* (EUPHORBIACEAE)

Martha Martínez Gordillo[1] y Silvia Espinosa Matías[2]

[1]Herbario de la Facultad de Ciencias (FCME),
Universidad Nacional Autónoma de México,
Apartado postal 70-399, 04510 Coyoacán, México, D.F.
[2]Laboratorio de Microscopía Electrónica de Barrido, Facultad de Ciencias,
Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 Coyoacán, México, D.F.

RESUMEN

Se hizo un análisis morfológico con microscopía electrónica de barrido de los tricomas presentes en las hojas de 17 especies de la sección *Barhamia* del género *Croton*. Se observaron tricomas estrellado-rotados, estrellado-lepidotos, multiradiados y dendríticos, así como glándulas epidérmicas embebidas. Las variaciones morfológicas de los tricomas no permiten caracterizar a la sección de manera inequívoca porque no son exclusivas de la misma, pero se considera que el tipo de tricoma puede ayudar a diferenciar a las especies.

Palabras clave: *Barhamia*, *Croton*, Euphorbiaceae, morfología de tricomas.

ABSTRACT

Trichomes on both leaf surfaces of 17 species of section *Barhamia* genus *Croton* were studied using scanning electron microscopy. Stellate-rotate, lepidote-stellate, multiradiate and dendritic trichomes as well as embedded epidermal glands were observed. Based on the morphological variations observed in the section, *Barhamia* cannot be characterized indisputably by features of the trichomes, although at the species level, trichomes serve as useful distinguishing features.

Key words: *Barhamia*, *Croton*, Euphorbiaceae, trichome morphology.

INTRODUCCIÓN

Los tricomas son estructuras importantes dentro de las angiospermas, se presentan con frecuencia y son relativamente fáciles de observar; varían en forma,

tamaño, distribución y persistencia en las diferentes partes de una planta (Theobald et al., 1979). Se ha postulado que son útiles para proteger a las plantas de elementos ambientales como la radiación solar o el viento, así como de herbívoros que pueden ser dañados físicamente por los tricomas o envenenados por los compuestos químicos que producen (Duke, 1994). El tipo de tricoma puede delimitar especies, géneros y aun familias; sin embargo, en ocasiones, la densidad y los patrones de distribución responden a las condiciones del ambiente o a la edad de la planta, por lo que en algunos casos, su valor taxonómico es discutible (Metcalfe y Chalk, 1950). En este trabajo se examina en detalle la variación morfológica de los tricomas de 17 especies de la sección *Barhamia* (Klotzsch) Baill. del género *Croton* con el propósito de obtener caracteres morfológicos útiles para distinguirla.

El género *Croton* es uno de los más grandes de la familia Euphorbiaceae, Radcliffe-Smith (2001) considera que está conformado por 800 especies, mientras que Webster (1994) señala 1,000 y Govaerts et al. (2000) 1,223. Los miembros de este género pueden ser árboles, arbustos, subarbustos o hierbas y están ampliamente distribuidos en las regiones tropicales del mundo (Webster, 1994). Este género ha sido estudiado desde el punto de vista fitoquímico, en función de la presencia de compuestos carcinogénicos en algunas de sus estructuras (Farnsworth et al., 1969; Moulis et al., 1992; Siems et al., 1992; Amaral y Barnes, 1998; Luna et al., 1999; Fekam et al., 2002); no obstante, los trabajos palinológicos (como los de Punt, 1962 y Nowicke, 1994), los anatómicos (por ejemplo los de Rudall, 1989 y 1994 y Freitas et al., 2001), los citológicos y ecológicos (como los de Domínguez y Bullock, 1989), etc. son relativamente escasos y pocas especies se han estudiado desde otro punto de vista diferente al florístico.

Las especies del género *Croton* generalmente presentan tricomas estrellados, definidos como estructuras con más de cinco radios que forman un fascículo; cuando los radios están en un solo plano, los tricomas reciben el nombre de rotados, cuando se encuentran sobrepuestos en varios planos, sin que el eje donde se insertan se alargue, se llaman multiangulados, si tienen un radio central erecto son conocidos como porrectos y pueden además ser sésiles o estipitados; si los radios se insertan a diferentes niveles sobre un eje alargado, el tricoma es definido como dendrítico o geminado (Theobald et al., 1979).

Los tricomas lepidotos se presentan con menos frecuencia dentro del género, se caracterizan por presentar un anillo basal conspicuo, donde todos los radios se concentran en un mismo plano y se encuentran unidos en diferentes grados formando una escama. Ocasionalmente se pueden encontrar tricomas simples, que probablemente se originan por supresión del anillo basal de radios (McVaugh, 1961). Entre los tricomas simples y los lepidotos se encuentran formas intermedias

diferentes, aunque de manera general se han definido como tricomas estrellados y lepidotos, sin mayores precisiones (Webster et al., 1996).

El primer estudio formal de los tricomas en el género *Croton* fue hecho por Froembling (1896), quien propuso la existencia de cinco tipos básicos: lepidoto, estrellado, fasciculado o rosulado, fasciculado-estipitado y dendrítico. Posteriormente, Webster et al. (1996) intentaron establecer las relaciones filogenéticas entre las secciones propuestas por el mismo Webster (1993) y caracterizarlas por los tricomas presentes en cada una de ellas, reconociendo siete tipos básicos: estrellado, fasciculado, multiradiado y rosulado, dendrítico, lepidoto, papilado y glandular, con varias formas intermedias.

La sección *Barhamia* (Klotzsch) Baill. es un grupo completamente americano con alrededor de 18 especies, con caracteres muy variables, desde *C. betulaster* Baill. y *C. glutinosus* Müll. Arg., con hojas casi glabras y víscidas, que tienen un aspecto brillante, hasta *C. rhexifolius* Baill. con indumento abundante. Las principales características de la sección son: arbustos con hojas generalmente dentadas, sin glándulas conspicuas en el ápice del pecíolo, estípulas glandulares, lobadas o ligeramente disectadas; estambres (5-)8-12, sépalos de las flores pistiladas glandulares marginal y/o abaxialmente y estilos multífidos (Webster,1993). Para esta sección Webster et al. (1996) observaron tricomas estrellado-rotados y porrectos en el haz, con 6-15 radios y tricomas estrellado-rotados con el mismo número de radios en el envés.

MATERIAL Y MÉTODO

Se analizaron los tricomas del haz y el envés de las hojas de 17 especies de la sección *Barhamia* (Klotzsch) Baill. del género *Croton* (ver Apéndice). Los ejemplares identificados como *C. muscicapa* Mûll. Arg. se consideraron como pertenecientes a dos especies, una de las cuales lleva tal nombre, mientras que la otra se encuentra en proceso de descripción. Se tomaron muestras del haz y el envés de las hojas de material herborizado de ejemplares de las colecciones de los herbarios CICY, CIQRO, D, F, MEXU, LL, NY, P, R, RB, SPF, UB, US y XAL.

Las muestras se montaron sobre cinta conductiva de carbón de doble cara en portamuestras de aluminio. Posteriormente se cubrieron con una fina capa de oro en una ionizadora Denton Vacum Desk II. Las observaciones y toma de fotografías se realizaron en un microscopio electrónico de barrido Jeol JSM-5310LV.

RESULTADOS

En las hojas de las especies de *Croton* sección *Barhamia* (Klotzsch) Baill. (Cuadros 1 y 2), se encuentran tricomas rotados (Fig. 1), multiradiados (Fig. 2) y ocasionalmente dendríticos, como en el caso del envés de *Croton urticifolius* Lam. (Fig. 3). También se observan tricomas estrellado-lepidotos, con los radios unidos desde el centro en 15-30% de su longitud, en el envés de *C. ameliae* Lundell (Fig. 4). El número de radios varía de 5 a 21 (Cuadros 1 y 2), siendo los tricomas multiradiados los que presentan un mayor número de los mismos. Una característica de todos los tricomas de las especies observadas es la presencia de un radio central erecto, es decir son porrectos; este radio puede ser más corto (Fig. 5), más largo (Fig. 6) o de longitud similar al resto de los radios (Fig. 7); en ocasiones esta característica puede presentarse mezclada, como sucede en *C. agoensis* Baill. y *C. urticifolius* Lam., en donde se observan tricomas con radio central corto y tricomas con el radio central largo (Fig. 8). *Croton essequiboensis* Klotzsch y *C. adenocalix* Baill. se caracterizan por la presencia de una célula basal, conspicua y aplanada (Fig. 9).

Todas las especies examinadas presentan glándulas epidérmicas embebidas sobre la lámina foliar, tanto en el haz como en el envés (Fig. 10). En *Croton glutinosus* Müll. Arg., *C. betulaster* Baill., *C. muscicapa* Müll. Arg. y *C.* sp. nov. la secreción de estas glándulas cubre totalmente la lámina foliar (Fig. 11). También se observan tricomas glandulares en el margen de la hoja y sobre la cresta de los dientes como en *C. muscicapa* Müll. Arg. (Fig. 12).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Webster et al. (1996) definen los tipos de tricomas de cada sección y registran tricomas estrellado-rotados, porrectos en el haz y estrellado-rotados, no porrectos en el envés como característicos de la sección *Barhamia* (Klotzsch) Baill. Además de los tipos señalados por estos autores, en el presente trabajo se observan dos formas de tricoma adicionales dentro de la sección: tricomas multiradiados en el haz y envés de *Croton urticifolius* Lam., que en algunos ejemplares son dendríticos, similares a los de las especies de las secciones *Velamea* Baill. y *Eremocarpus* (Benth.) G. L. Webster, y tricomas estrellado-lepidotos con los radios unidos desde el centro entre 15 y 30 % de su longitud, en el envés de *C. ameliae* Lundell, los cuales son similares a los encontrados en especies de las secciones *Luntia* (Raf.) G. L. Webster y *Andrichnia* Baill.

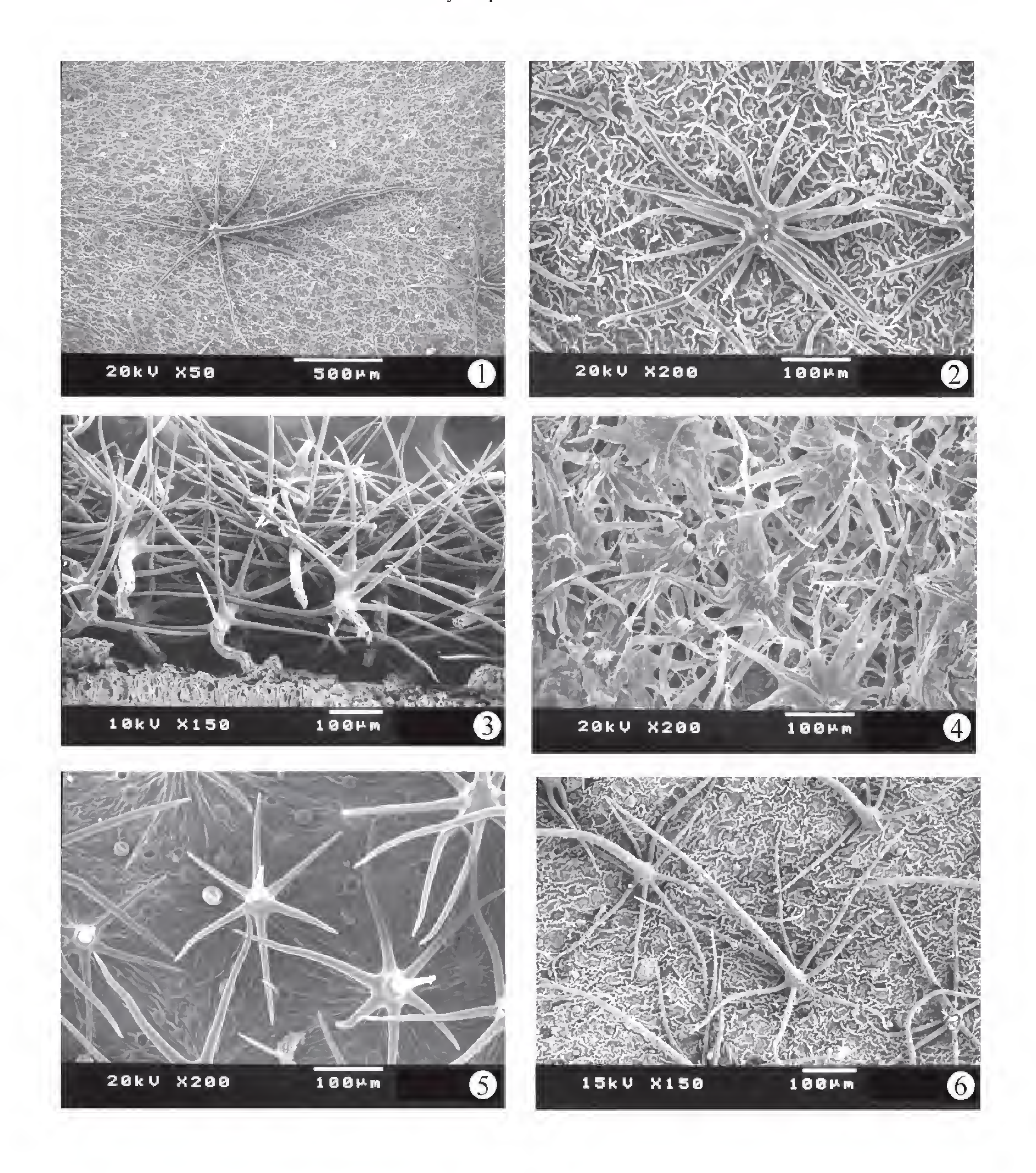
Los tricomas de las hojas del género *Croton* son variados en cuanto a tamaño, número de radios y unión de los mismos. El hecho de presentar tricomas con el

Cuadro 1. Características morfológicas de los tricomas que se presentan en el haz de la hoja de las especies del género *Croton*, sección *Barhamia*.

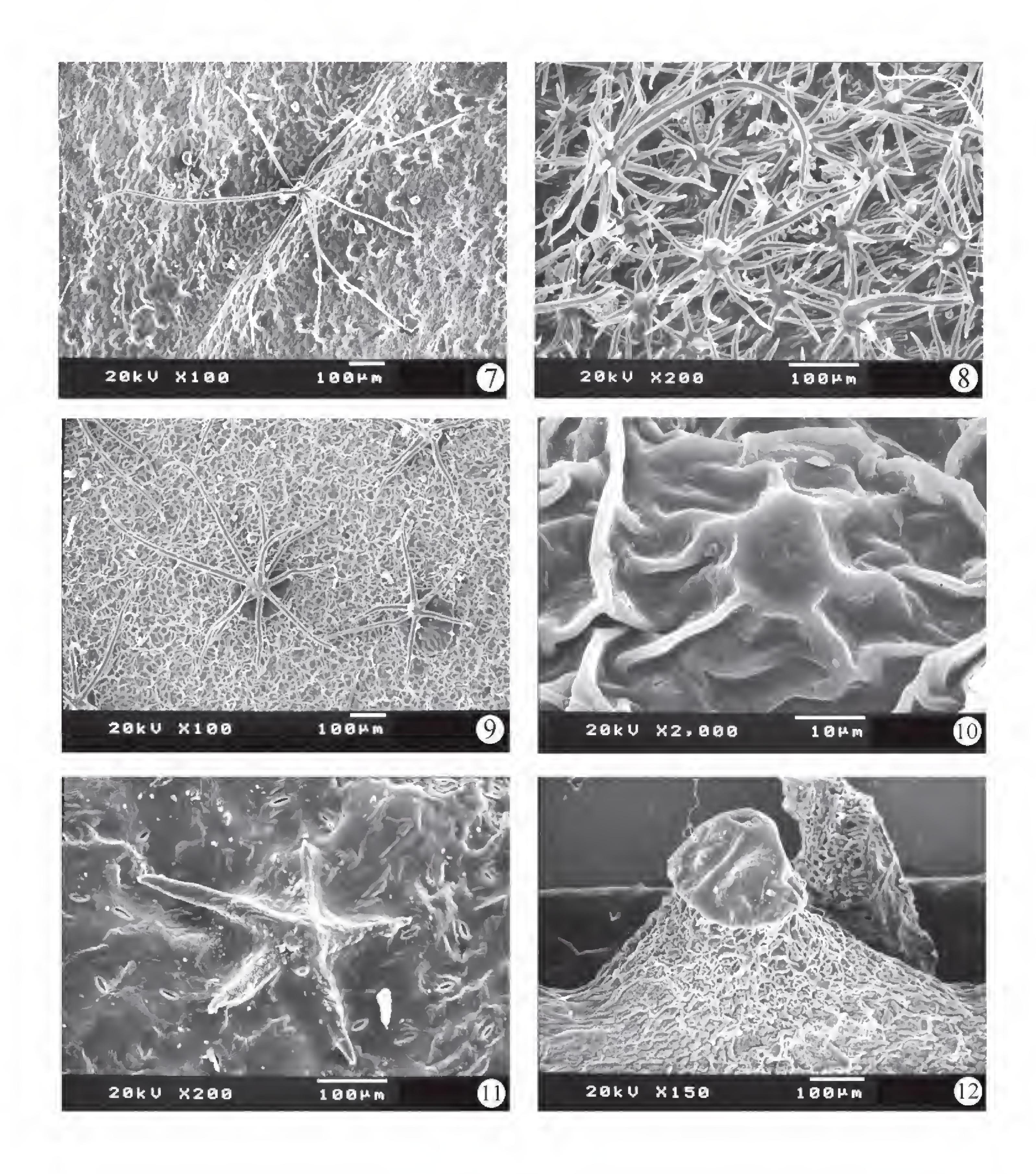
Especie	Tipo	No. de radios	Radio central erecto	Largo del radio central erecto respecto al resto de los radios	Estípite	Célula basal	Glándulas epidérmicas embebidas
C. adenocalix	rotado	7, 10	presente	variable	ausente	presente	presentes
C. agoensis	rotado o multiradiado	10, 18	presente	variable	presente	ausente	presentes
C. ameliae	rotado	8	presente	menor	ausente	ausente	presentes
C. betulaster	rotado	5, 6	ausente		ausente	ausente	presentes
C. decalobus	rotado	6, 7	presente	mayor	ausente	ausente	presentes
C. essequiboensis	rotado	7, 8	presente	menor	ausente	presente	presentes
C. garckeanus	rotado	8, 10	presente	mayor	ausente	ausente	presentes
C. glandulosepalus	rotado	6, 7	presente	menor	ausente	ausente	presentes
C. glandulosodentatus	multiradiado	16	presente	variable	ausente	ausente	presentes
C. glutinosus	ausente	0	ausente		ausente	ausente	presentes
C. hircinus	rotado	7	presente	igual	ausente	ausente	presentes
C. muscicapa	rotado	7	ausente		ausente	ausente	presentes
C. sp. nov.	rotado	8	presente	mayor	ausente	ausente	presentes
C. ovalifolius	rotado	8	presente	mayor	ausente	ausente	presentes
C. paucistamineus	rotado	8	presente	mayor	ausente	ausente	presentes
C. rhexifolius	rotado	8	presente	mayor	ausente	ausente	presentes
C. urticifolius	multiradiado	8	presente	menor	presente	ausente	presentes

Cuadro 2. Características morfológicas de los tricomas que se presentan en el envés de la hoja de las especies del género *Croton*, sección *Barhamia*.

Especie	Tipo	No. de radios	Radio central erecto	Largo del radio central erecto respecto al resto de los radios	Glándulas del margen	Glándulas epidérmicas embebidas
C. adenocalix	rotado	8	presente	menor	presentes	presentes
C. agoensis	multiradiado	16-17	presente	variable	presentes	presentes
C. ameliae	estrellado adpreso	8, 10	presente	menor	ausentes	presentes
C. betulaster	rotado	5	ausente		presentes	presentes
C. decalobus	rotado	7	presente	menor	ausentes	presentes
C. essequiboensis	rotado	8, 10	presente	igual	presentes	presentes
C. garckeanus	rotado	9, 10	presente	igual	ausentes	
C. glandulosepalus	rotado	11	presente	menor	ausentes	presentes
C. glandulosodentatus	multiradiado	17	presente	igual	presentes	presentes
C. glutinosus	ausente	0	ausente		presentes	presentes
C. hircinus	rotado	9	presente	mayor	presentes	presentes
C. muscicapa	rotado	6	presente	menor	presentes	presentes
C. sp. nov.	rotado	7-8	presente	menor	presentes	presentes
C. ovalifolius	rotado	7	presente	mayor	presentes	presentes
C. paucistamineus	rotado	8	presente	igual	ausentes	presentes
C. rhexifolius	rotado	9	presente	igual	presentes	presentes
C. urticifolius	rotado, multiradiado o dendrítico	10, 21	presente	variable	presentes	presentes



Figs. 1-6. 1. Tricoma estrellado-rotado sobre el haz de *Croton ovalifolius*. 2. Tricoma multiradiado sobre el envés de *C. glandulosodentatus*. 3. Tricomas dendríticos y estipitados en el envés de *C. urticifolius*. 4. Tricomas estrellado-lepidotos sobre el envés de *C. ameliae*. 5. Tricomas estrellado-rotados en el envés de *C. decalobus* con radios erectos pequeños. 6. Tricomas estrellado-rotados del haz de *C. rhexifolius* con el radio erecto más largo.



Figs. 7-12. 7. Tricoma estrellado-rotado en el haz de *Croton muscicapa* con el radio erecto similar al resto de los radios. 8. Tricomas multiradiados en el haz de *C. agoensis* con radios erectos, pequeños y largos mezclados. 9. Tricomas estrellado-rotados en el haz de *C. adenocalix* con una célula aplanada y grande en la base. 10. Glándula epidérmica embebida en el haz de *C. glandulosepalus*. 11. Superficie adaxial de la hoja de *C. betulaster* con secreción de glándulas cubriendo totalmente la lámina. 12. Glándula marginal sobre el diente en *C. muscicapa*.

radio central erecto con diferente longitud, en ambas superficies de la hoja, como en *C. adenocalix* Baill. *C. glandulosodentatus* Pax et K. Hoffm. *C. urticifolius* Lam. y *C. agoensis* Baill., parece estar relacionado con el grado de madurez del tricoma.

Webster (1933) incluye a *Croton agoensis* Baill. dentro de la sección *Barhamia*, sin embargo la presencia de caracteres tales como glándulas infundibuliformes en la unión de la lámina y el pecíolo (semejante a las especies de las secciones *Cyclostigma* Griseb., *Cleodora* (Klotzsch) Baill. y *Ocalia* (Klotzsch) Baill.), así como de glándulas estipitadas del margen de la hoja (como en las especies de la sección *Adenophyllum*), asociadas al seno de los dientes (como en las especies de la sección *Ocalia* (Klotzsch) Baill.), hacen dudosa su pertenencia a la sección *Barhamia* (Klotzsch) Baill., ya que las especies de esta última no presentan los caracteres descritos. Su inclusión o no dentro de la misma aún está por determinarse y para ello se está llevando a cabo en la actualidad un análisis filogenético.

En *Croton*, las glándulas epidérmicas sobre la lámina foliar se han señalado como carácter distintivo de la sección *Lasiogyne* (Klotzsch) Baill.; en el presente trabajo se observa que estas glándulas son comunes sobre el haz y el envés y que, junto con las del margen de la hoja están relacionadas con la producción y secreción de metabolitos secundarios, principalmente terpenos (Fansworth et al., 1969), que le confieren el olor característico y que evita la herbivoría en muchas de las especies (Martínez-Gordillo, obs. pers.). En *Croton glutinosus* Müll. Arg., *C. muscicapa* Müll. Arg., *C.* sp. nov. y en *C. betulaster* Müll. Arg. las láminas foliares están cubiertas con gran cantidad de este tipo de secreciones, lo que dificulta la observación de las estructuras sobre las mismas. Tales glándulas se encuentran también en las secciones *Micranthis* Baill. y *Medea* (Klotzsch) Baill. (Martínez-Gordillo, obs. pers.), lo que no permite usarlas como un carácter para diferenciar secciones cercanas.

La persistencia y la densidad de los tricomas son parámetros de valor discutible, porque dependen de las condiciones del ambiente y de la edad de la planta (Metcalfe y Chalk, 1950). En *Croton* la persistencia de los tricomas no es constante, ya que en muchas especies las hojas son pelosas cuando jóvenes y carecen de tricomas en la madurez, presentando la condición llamada glabrescente, mientras que la densidad varía dependiendo de la época de colecta y de la edad de las plantas. Este fenómeno es particularmente manifiesto en *C. adspersus* Benth., de la sección *Velamea* Baill., que en la forma de verano presenta hojas glabrescentes y en la de invierno hojas tomentosas (Martínez-Gordillo, obs. pers.). Las variaciones en la densidad de los tricomas han conducido a sinonimias, por lo que este carácter no es considerado útil para delimitar especies. Lo anterior también se observa en ejemplares de *C. muscicapa* Müll. Arg., pues algunos presentan el envés tomentoso mientras que otros tienen ambas superficies de la lámina casi glabras.

En conclusión, las características que se observan sugieren que, aunque los rasgos morfológicos de los tricomas no pueden usarse como caracteres únicos para definir a la sección, la combinación de tipos de tricomas en el haz y envés son útiles para distinguir a las diferentes especies. Además se encontraron algunos caracteres previamente desconocidos para la sección, como la célula basal en los tricomas de *Croton essequiboensis* Klotzsch y *C. adenocalix* Baill., los tricomas dendríticos y estipitados, similares a los de *C. suberosus* Kunth (sección *Velamea* Baill.), en el envés de *C. urticifolius* Lam., las glándulas embebidas, ampliamente distribuidas en la sección, y los tricomas estrellado adpresos del envés de *C. ameliae* Lundell. Por otro lado es importante resaltar que las investigaciones anatómicas en el género y la familia Euphorbiaceae son escasas, aun cuando son una fuente de caracteres necesarios para entender a *Croton* integralmente.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Biól. José Antonio Hernández y al M. en C. Alejandro Martínez Mena, del laboratorio de Microcine, de la Facultad de Ciencias de la Unversidad Nacional Autónoma de México, por la captura en imagen digital de las fotografías del microscopio electrónico de barrido y la asesoría y apoyo técnico y a la Dra. Sonia Vázquez Santana por la revisión del manuscrito.

LITERATURA CITADA

Amaral, A. C. F. y R. A. Barnes. 1998. A tetrahydroprotoberberine alkaloid from *Croton hemiargyreus*. Phytochemistry 47: 1445-1447.

Domínguez, C. A. y S. H. Bullock. 1989. La reproducción de *Croton suberosus* (Euphorbiaceae) en luz y sombra. Revista Biol. Trop. 37: 1-10.

Duke, S. O. 1994. Glandular trichomes -A focal point and structural interactions. Int. J. Plant. Sci. 155 : 617-620.

Farnsworth, N. R., R. N. Blomstery y W. M. Messmer. 1969. A phytochemical and biological review of the genus *Croton*. Lloydia 32:-1-28.

Fekam, F., F. Keumedjio, P. M. Jazet, B. T. Ngadjui, P. H. Amvam, C. Menut y J. M. Bessiere. 2002. Essential oils from *Croton zambesicus* Müell. Arg. growing in Cameroon. Flavour and Fragance J. 17: 215-217.

Freitas, L., G. Bernardello, J. Galetto y A. A. S. Paoli. 2001. Nectaries and reproductive biology of *Croton sarcopetalus* (Euphorbiaceae). Bot. J. Linn. Soc. 136: 267-277.

Froembling, W. 1896. Anatomisch-systematische Untersuchung von Blatt un Axe der Crotoneen und Euphyllantheen. Bot. Zentralbl. 65: 129-442.

Govaerts, R. D., D. Frodin y A. Radcliffe-Smith. 2000. World checklist and bibliography of Euphorbiaceae. The Royal Botanic Gardens, Kew. Inglaterra. pp. 417-536.

Luna, A. M., J. C. R. Silva, A. R. Campos, V. S. N. Rao, M. A. M. Maciel y A. C. Pinto. 1999. Antioestrogenic effect of trans-dehydrocrotonin, a nor-clerodane diterpene from *Croton cajucara* Benth. in rats. Phytotherapy Res. 13: 689-691.

McVaugh, R. 1961. Euphorbiaceae novae novo-galicianae. Brittonia 13: 145-205.

Metcalfe, C. R. y L. Chalk. 1950. Anatomy of the dicotyledons. Vol. II. Clarendon Press. Oxford. pp. 1207-1235.

Moulis, C., M. Bon, J. Jaud y I. Fouraste. 1992. Crovatin, a furanoid diterpene from *Croton levatii*. Phytochemistry 31: 1421-1423.

Nowicke, J. W. 1994. A palynological study of Crotonoideae (Euphorbiaceae). Ann. Missouri Bot. Gard. 81: 245-269.

Punt, W. 1962. Pollen morphology of Euphorbiaceae with special reference to taxonomy. Wentia 7: 1-116.

Radcliffe-Smith, A. 2001. Genera *Euphorbiacearum*. The Royal Botanic Gardens, Kew. Inglaterra. 455 pp.

Rudall, P. 1989. Laticifers in vascular cambium and wood of *Croton* spp. (Euphorbiaceae). I.A.W.A. Bull. 10: 379-383.

Rudall, P. 1994. Laticifers in Crotonoideae (Euphorbiaceae): Homology and evolution. Ann. Missouri Bot. Gard. 81: 270-282.

Siems, K., X. A. Domínguez y J. Jakupovic. 1992. Diterpenes and other constituents from *Croton cortesianus*. Phytochemistry 31: 2055-2058.

Theobald, W. L., J. L. Krahulik y R. C. Rollings, 1979. Trichome description and classification. In: Metcalfe, C. R. y L. Chalk (eds.). Anatomy of the dicotyledons. Vol. I. Clarendon Press. Oxford. pp. 40-53.

Webster, G. L. 1993. A provisional synopsis of the sections of the genus *Croton* (Euphorbiaceae). Taxon 42: 793-823.

Webster, G. L. 1994. Synopsis of the genera and suprageneric taxa of Euphorbiaceae. Ann. Missouri Bot. Gard. 81: 33-144.

Webster, G. L., M. J. del Arco-Aguilar y B. A. Smith. 1996. Systematic distribution of foliar trichome types in *Croton* (Euphorbiaceae). Bot. J. Linn. Soc. 121: 41-57.

Recibido en octubre de 2004.

Aceptado en junio de 2005.

Apéndice. Lista de especímenes utilizados para las observaciones de los tricomas foliares.

Croton adenocalix Baill.
Brasil, Ceará: Parque Nacional de 7 cidades, *Fernandez 8146* (D).

C. agoensis Baill.
Brasil, Bahia: Espigao Mestre, *Anderson 36453*, *37068* (RB); Goias, Serra Dos Cristais, Cristalina, *Irwin 31348* (RB).

C. ameliae Lundell
México, Yucatán: a 6 km al O de Timum, sobre el camino Dzitas, *Cabrera 11257* (CICY); Chichén Itzá, *Lundell y Lundell 7447* (LL).

C. betulaster Müll. Arg.
Brasil, Palmeiras: Pai Inácio, *Mori 13214* (D).

C. decalobus Müll. Arg.
México, Veracruz: mpio. Cuitláhuac, 3 km al NO de Cuitláhuac en caminos de terracería, *Hansen y Nee 7564* (XAL).

C. essequiboensis Klotzsch
Brasil, Roraima: Boa Vista para Rom Fim, Rio Arraia, peto de Guiana. Ponto 8. *Pires y Leite 14690* (D); Venezuela, Bolívar: Hato El Diamante, aprox. 15 km al SE de El Manteco, *Huber y Alarcón 6509* (D).

C. garckeanus Müll. Arg.
Brasil, Santa Catarina: mpio. Porto União, east of Valões (Irineópolis) on the road to Canoinhas, *Smith y Reitz 8635* (R); Valões, *Reitz y Klein 13548* (US).

C. glandulosepalus Millsp.
México, Quintana Roo: mpio. Carrillo Puerto, Reserva Sian'Ka'an, km. 23 de Vigía a Carrillo, *Durán y Olmsted 980* (CIQRO); Yucatán: Chichén Itzá, *Steere 1487* (F).

C. glandulosodentantus Pax et K. Hoffm.
Brasil, Ceará: Guaraciaba, do Norte Ceará, *Fernández 7897* (D); Tapera Pernambuco, *Pickel 1469* (US).

C. glutinosus Müll. Arg.
Brasil, Bahia: mpio. Piatã, estrada entre Piatã y Abaira, a 3 km ao S de Piatã, *Mori 13391* (NY); Rio de Contas, 1 km da cidade na estrada para Marcolino Moura, *Pirani 2151* (SPF).

Apéndice. Continuación.

C. hircinus Vent.
Panamá, Coclé: road to El Copé from interamerican higway, *Burch 1370* (D); between El Copé y Barrigón, *Sytsma 1750* (F).

C. muscicapa Müll. Arg.
Brasil, Bahia: mpio. Morro do Chapeau, entres Fazendas Efigenia e Boa Vista de Sao José, *Sarmento y Bautista 863* (RB); Minas Gerais: Planalto, 15 km of Grão Mogol, *Irwin 235218* (UB).

C. ovalifolius Vahl
Costa Rica, Guanacaste: 29 mi N de Liberia, *Webster et al. 12475* (MEXU).

C. paucistamineus Müll. Arg.
Brasil, Mato Grosso: mpio. Miranda, 30 km al O de Miranda, *Allem 698* (D)

C. rhexifolius Baill.
Brasil, Minas Geraes, *Saint-Hilaire 1560* (P).

C. sp. nov.
Brasil, Bahia: mpio Andorai, Sierra de Andorai, Capa Bode, entrada por Mucugé, campos rupestres, *Martinelli, 5417* (RB); mpio. Lençois, a lo largo BR 242, a 15 km al NO de Lençois, km 225, campo rupestre, *Mori y Boom 14258* (NY).

C. urticifolius Lam.
Brasil, Rio de Janeiro: mpio. Maricá, Itaipuacu, serra do Tiririca, alto do morro no limite com municipio de Niteroi, *Pirani y Kallunki 3563* (NY); Boia, ca 1 km S of Rio Contas, on side road to W of the road to libramiento do Brumado, *Harley 15070* (NY).

Acta Botanica Mexicana 72: 53-64 (2005)

UNA NUEVA ESPECIE DE *TILLANDSIA* (BROMELIACEAE) DEL OCCIDENTE DE MÉXICO

Adolfo Espejo Serna y Ana Rosa López-Ferrari

Herbario Metropolitano, Depto. de Biología, C.B.S.
Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa. Apdo. postal 55-535,
09340 México, D.F. e-mail: aes@xanum.uam.mx

RESUMEN

Se describe e ilustra *Tillandsia macvaughii*, conocida de los estados de Jalisco y Michoacán, México. Se compara a la nueva especie con *T. marabascoensis* Ehlers et Lautner, *T. maritima* Matuda y *T. rothii* Rauh, que presentan características similares; se incluye una clave de identificación y un mapa de distribución de las mismas.

Palabras clave: Bromeliaceae, México, *Tillandsia*.

ABSTRACT

Tillandsia macvaughii known from the states of Jalisco and Michoacán, Mexico, is described and illustrated. The new species is compared with *T. marabascoensis* Ehlers et Lautner, *T. maritima* Matuda and *T. rothii* Rauh, species with similar characteristics. An identification key, and a distribution map are included.

Key words: Bromeliaceae, Mexico, *Tillandsia*.

Como resultado de las exploraciones en el campo y de la revisión de material herborizado en diversas colecciones institucionales, llevados a cabo con el fin de completar la Flora Bromeliológica Mexicana, se detectó material de una especie no descrita del género *Tillandsia*, que aquí proponemos.

Tillandsia macvaughii Espejo et López-Ferrari sp. nov. Figs. 1, 3C y 3D.

Herba epiphytica, acaulis, rosulata, florens usque 30 cm alta. Folia numerosa, vaginae distinctae, oblongae, 3 cm longae, 2.5 cm latae; laminae anguste triangulari-lanceolatae, 11-30 cm longae, 6-10 mm latae, distaliter arcuatae; scapus

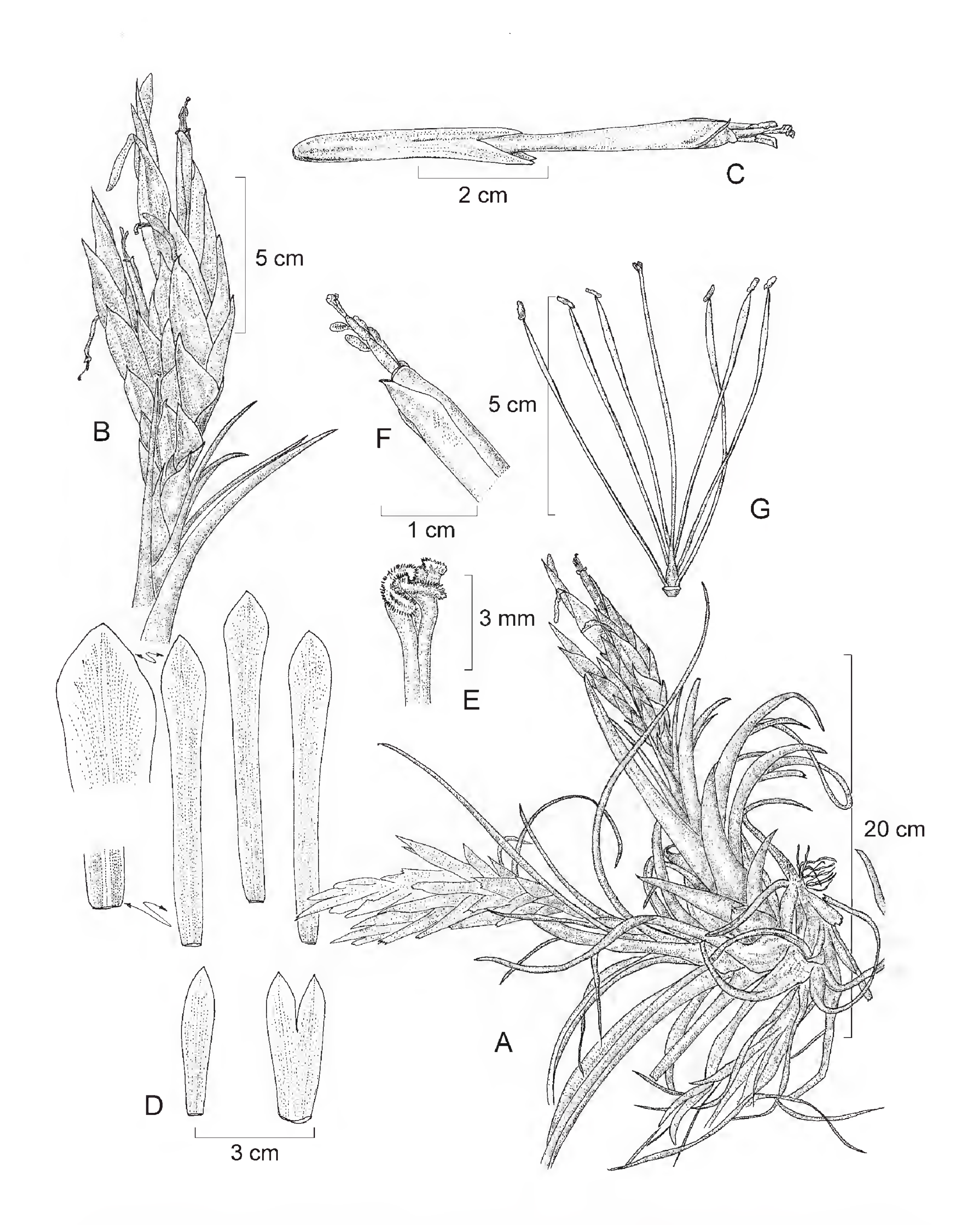


Fig. 1. *Tillandsia macvaughii* Espejo et López-Ferrari. A. Hábito; B. Inflorescencia; C. Flor; D. Flor disecada; E. Estigma; F. Detalle de la porción apical de la flor; G. Gineceo y androceo. Basado en el ejemplar *A. Espejo, A. R. López-Ferrari, J. Ceja y A. Mendoza R. 6537*.

inflorescentiae erectus, teres, 10-11 cm longus; inflorescentia digitato-composita; spicae 1-5, longi-ellipticae, complanatae, 10-17 cm longae, 1.7-3 cm latae; bracteae florales distichae, imbricatae, ovato-ellipticae, 3.5-4.3 cm longae, 2-2.3 cm latae, carinatae, virides, nervatae; petala 7.6-8 cm longa, ca. 1 cm lata, pallide virides; stamina et stylus exserta.

Hierba epífita, acaule, de 20 a 30 cm de alto incluyendo la inflorescencia, arrosetada, la roseta obcónica, de 25 a 30 cm de diámetro; hojas numerosas, vainas oblongas, de ca. 3 cm de largo, de ca. 2.5 cm de ancho, pardas claras, ligeramente discoloras con respecto a la lámina en particular en la superficie adaxial; láminas angostamente triangular-lanceoladas, ligeramente arqueadas hacia afuera en el tercio superior, de 11 a 30 cm de largo, de 6 a 10 mm de ancho, largamente atenuadas, enteras, coriáceas, densamente blanco-lepidotas en ambas superficies, lo que les da una apariencia grisácea; escapo rollizo, erecto, de 10 a 11 cm de largo, de 7 a 9 mm de diámetro, más corto que las hojas; brácteas del escapo foliáceas, imbricadas y cubriéndolo totalmente, de 14 a 23 cm de largo; inflorescencia digitado-compuesta, rara vez simple, con (1-)2 a 5 espigas; brácteas primarias vaginiformes, de ca. 2.5 cm de largo, largamente atenuadas a acuminadas en el ápice; espigas largamente elípticas, de 10 a 17 cm de largo, de 1.7 a 3 cm de ancho, comprimidas, con 7 a 9 flores; brácteas florales ovado-elípticas, de 3.5 a 4.3 cm de largo, de 2 a 2.3 cm de ancho, carinadas, conspicuamente nervadas cuando secas, acuminadas a pungentes en el ápice, verdes; sépalos oblanceolados, de 3.5 a 3.7 cm de largo, de 7 a 8 mm de ancho, agudos en el ápice, verdes, los dos posteriores connados y carinados, el anterior liso; pétalos oblongo-espatulados, de 7.6 a 8 cm de largo, de ca. 1 cm de ancho, membranáceos, reflexos en el ápice, verdes pálidos con la base y el margen apical blancos; estambres exsertos, filamentos lineares, aplanados en la porción apical, de 7 cm de largo, blancos en la base, verdes pálidos en el ápice; anteras basifijas, oblongas, de 3 mm de largo, negras; ovario ovoide, de 6 mm de largo, de 3 mm de diámetro, verde; estilo linear, de 7.5 cm de largo, verde pálido; estigma conduplicado-espiral (tipo II *sensu* Brown y Gilmartin, 1984), verde pálido. Cápsula no vista.

Tipo. México. Jalisco: municipio de Jilotlán de los Dolores, alrededores de Jilotlán, rumbo a Pueblo Viejo, 19°21'31" N, 103°01'21" W, 800 m s.n.m., matorral secundario, *A. Espejo, A. R. López-Ferrari, J. Ceja y A. Mendoza R. 6537* (UAMIZ, foto, flor disecada).

Paratipos. México. Jalisco: municipio Jilotlán de los Dolores, Pueblo Viejo, 700 m s.n.m., *L. Hromadnik y P. Schneider 12115* (WU(x3)); Michoacán: municipio de La Huacana, Sierra Las Cruces, ca. 6.5 km (by air) southwest of Los Ranchos,

V. W. Steinmann 3419 (IEB); ca. 2 km (by air) east-northeast of Los Ranchos, base of cliffs on the southern side of cerro El Barril, 18°42'35" N, 102°59'55" W, 700 m s.n.m., *V. W. Steinmann 3452* (IEB, UAMIZ); municipio de Nuevo Urecho, Tejabán, carretera federal 41, unos 40 km al S de Uruapan, 19°12'17" N, 101°54' 16" W; selva baja caducifolia, dominado por especies de *Quercus*., *G. Carnevali & I. Ramírez 7041* (CICY).

Tillandsia macvaughii se conoce hasta ahora de los estados de Jalisco y Michoacán (Fig. 2), en donde crece como epífita sobre diversas especies en vegetación de bosque tropical caducifolio y matorral secundario, entre los 700 y los 800 m s.n.m.

La nueva especie presenta algunas similitudes superficiales con otros taxa que se distribuyen también en la misma vertiente pacífica (Espejo et al., 2004), como son *Tillandsia marabascoensis* Ehlers et Lautner, *T. maritima* Matuda y *T. rothii* Rauh, sin embargo es posible distinguirla claramente de las mismas (Cuadro 1, Figs. 3 y 4). A continuación se incluye una clave para identificarlas.

1. Escapo más corto que las hojas, de 2-11 cm de largo; láminas foliares ligeramente arqueadas hacia afuera en la mitad o el tercio superior.
   2. Inflorescencia compuesta; espigas angostamente elípticas, de 1.7-3 cm de ancho, verdes; escapo de la inflorescencia de 10-11 cm de largo; pétalos verde-blanquecinos; plantas que crecen entre los 700 y 800 m s.n.m. .... *T. macvaughii*
   2. Inflorescencia generalmente simple; espiga anchamente elíptica, de 3-4 cm de ancho, roja en la base y amarillo-verdosa hacia el ápice; escapo de la inflorescencia de 2-4(-5.5) cm de largo; pétalos amarillo-verdosos; plantas que crecen entre los 0 y 100 m s.n.m. .... *T. marabascoensis*
1. Escapo más largo que las hojas, de 20-30 cm de largo; láminas foliares fuertemente arqueado-recurvadas hacia afuera desde la base.
   3. Espigas largamente elípticas a lanceoladas, comprimidas a ligeramente rollizas, de 1-2 cm de ancho; rosetas con las hojas erecto-extendidas; plantas conocidas de Michoacán, Guerrero y Oaxaca .... *T. maritima*
   3. Espigas ovadas, rollizas, de 2.8-3.5 cm de ancho; rosetas con las hojas fuertemente curvadas hacia abajo; plantas conocidas de Colima y Jalisco .... *T. rothii*

El nombre de la especie honra al Dr. Rogers McVaugh, notable botánico que ha dedicado muchos años de su vida y de su trabajo al estudio de las plantas mexicanas, particularmente en la región de la Nueva Galicia.

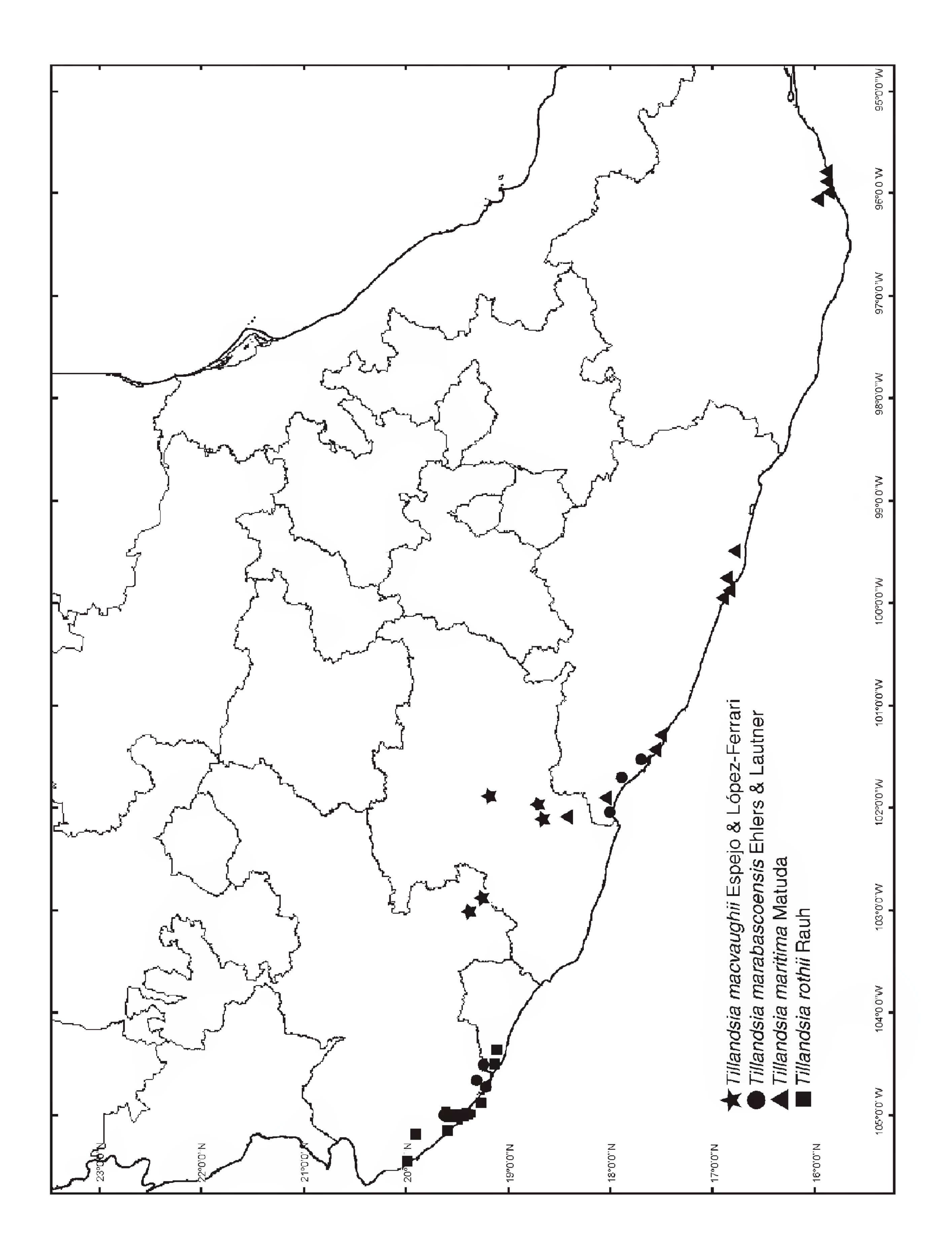


Fig. 2. Distribución conocida de *Tillandsia macvaughii* Espejo et López-Ferrari, *T. marabascoensis* Ehlers et Lautner, *T. maritima* Matuda y *T. rothii* Rauh.



Fig. 3. A y B. *Tillandsia marabascoensis* Ehlers et Lautner; C y D. *T. macvaughii* Espejo et López-Ferrari.



Fig. 4. A y B. *Tillandsia rothii* Rauh; C y D. *T. maritima* Matuda.

Cuadro1. Caracteres comparativos de *T. macvaughii* y especies similares.

	T. macvaughii	*T. marabascoensis*	*T. maritima*	*T. rothii*
Láminas foliares	angostamente triangular-lanceoladas, 11-30 cm x 6-10 mm, ligeramente arqueadas en el tercio superior	triangular-lanceoladas, 20-30 cm x 7-9 mm, ligeramente arqueadas en la mitad	triangular-lanceoladas y largamente caudadas, 20-50 x 1-1.3 cm, fuertemente arqueado-recurvadas desde la base	triangulares y largamente atenuadas, 25-40 x 1.7-2.5 cm, fuertemente arqueado-recurvadas desde la base
Escapo	10-11 cm, más corto que las hojas	2-4(-5.5) cm, mucho más corto que las hojas, generalmente inconspicuo	20-28 cm, más largo que las hojas	20-30 cm, más largo que las hojas
Inflorescencia	digitado-compuesta, (1-) 2-4 espigas largamente elípticas de 10-17 x 1.7-3 cm, verdes, comprimidas, con 7-9 flores	simple, espiga (ocasionalmente 2 o 3) anchamente elíptica(s), 16-20 x 3-4 cm, rojas en la base, amarillo-verdosas hacia el ápice, comprimida(s) con 12 flores	compuesta, 5-7 espigas largamente elípticas a lanceoladas, 6-12.5 x 1-2 cm, rojas en la base, amarillo-verdosas hacia el ápice, ligeramente rollizas, con 8-12 flores	compuesta, 4-8 espigas ovadas, 6-8 x 2.8-3.5 cm, rojas en la base, amarillo-verdosas hacia el ápice, rollizas, con 4-10 flores
Brácteas florales	ovado-elípticas, 3.5-4.3 x 2-2.3 cm, carinadas, conspicuamente nervadas	ovado-elípticas, 4-6 x 2-2.7 cm, fuertemente carinadas, casi aladas hacia el ápice, conspicuamente nervadas	ovadas, 2.5-3 x 1 cm, carinadas, lustrosas e inconspicuamente nervadas hacia el ápice	ovado-elípticas, 2-3.5 x 2 cm, carinadas, lustrosas y nervadas hacia el ápice
Pétalos	verdes pálidos, 7.6-8 cm de largo	amarillo-verdosos, de 7-9 cm de largo	morados, de 5-5.5 cm de largo	verdes, de 5.5-6.5 cm de largo
Distribución e intervalo altitudinal	Jalisco y Michoacán 700-800 m s.n.m.	Jalisco y Colima 0-100 m s.n.m.	Guerrero, Michoacán y Oaxaca 0-650 m s.n.m.	Jalisco y Colima 0-300 m s.n.m.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Jerzy Rzedowski, Graciela Calderón de Rzedowski e Ivón Ramírez la revisión crítica del manuscrito. A Jacqueline Ceja y Aniceto Mendoza su invaluable apoyo en el trabajo de campo y a Rolando Jiménez Machorro por la excelente ilustración de la nueva especie. Walter Till puso a nuestra disposición el material de la especie depositado en el herbario WU y enriqueció el manuscrito con sus comentarios. Nancy Martínez Correa nos ayudó con la elaboración del mapa. Parte de este trabajo pudo llevarse a cabo gracias al apoyo de la beca Elizabeth Bascom otorgada en el año 2004 por el Missouri Botanical Garden a A. R. López-Ferrari. Las fotografías fueron tomadas por Adolfo Espejo.

LITERATURA CITADA

Brown, G. K. y A. J. Gilmartin. 1984. Stigma structure and variation in Bromeliaceae-neglected taxonomic characters. Brittonia 36: 364-374.

Espejo, A., A. R. López-Ferrari, I. Ramírez-Morillo, B. K. Holst, H. E. Luther y W. Till. 2004. Checklist of Mexican Bromeliaceae with notes on species distribution and levels of endemism. Selbyana 25: 33-86.

Recibido en marzo de 2005.

Aceptado en mayo de 2005.

ANEXO

Exsiccata revisados

Tillandsia marabascoensis Ehlers et Lautner

Colima: municipio de Manzanillo, alrededores de El Naranjo, camino Río Marabasco - El Charco, *A. Espejo, A. R. López-Ferrari, J. Ceja y A. Mendoza R. 6541* (UAMIZ). **Guerrero**: municipio de José Azueta, al SW del caserío La Vainilla, por la cañada, *C. Gallardo, F. Lorea y A. Hanan 269* (MEXU); municipio de La Unión de Isidoro Montes de Oca, (hacienda de) El Tibor, *E. Langlassé 297* (GH, US); municipio de Petatlán, 5 km al de Coyuquilla (sic), *J. C. Soto N., S. Román G. y A. Vidal C. 12110* (MEXU, UAMIZ). **Jalisco**: municipio de Cihuatlán, 6 km después de Barra de Navidad, rumbo a la playa Cuastecomate, *J. Ceja, A. Espejo, A. R. López-Ferrari y A. Mendoza R. 1426* (UAMIZ), nahe Cihuatlán aus Río Marabasco, *J. Lautner L92/28* (WU); municipio de La Huerta, 9 km del antiguo camino a Nacastillo que se inicia 5.9 km al N de la estación de biología Chamela, *P. Magaña, O. Téllez y E. J. Lott 178* (MEXU), 43 km al S de la estación de biología Chamela, sobre la carretera Puerto Vallarta - Barra de Navidad, en el camino que comunica al hotel Fiesta Americana, *P. Magaña y E. J. Lott 214* (MEXU), 9 km del antiguo camino a Nacastillo que se inicia 5.9 km al N de la estación de biología Chamela, *P. Magaña y E. J. Lott 224* (MEXU), 7.7 km del antiguo camino a Nacastillo que se inicia 5.9 km al N de la estación de biología Chamela, *P. Magaña y R. Almeida 290* (MEXU). Coll. unknown, *H. E. Luther s. n.* (SEL).

Tillandsia maritima Matuda

Guerrero: municipio de Acapulco de Juárez, in area of Pie de la Cuesta, near Acapulco, *F. A. Barkley 14199* (F, MEXU, MO, TEX), viveros El Huayacán, La Poza, *W. López Forment 904* (MEXU), *1281* (MEXU), terreno frente a gasolinería Revolcadero, *W. López Forment 1325* (ENCB, MEXU); en carretera a Coyuca (después Pie de la Cuesta), *F. Miranda 4326 bis* (MEXU), El Salto, orilla de la laguna Tres Palos, *F. Morales 511* (FCME), Acapulco and vicinity, *E. Palmer 547* (GH, MO, US); municipio de Azoyú, en arroyo Totola, 1 km al N de El Aguacate, camino Marquelia - Agua Zarca - San Luis Acatlán, *E. Martínez y B. Morales de Jesús 3386* (MEXU); municipio de Chilpancingo de los Bravo, Mazatlán, Salto Valadéz, *H. Kruse 3087* (FCME, MEXU); municipio de José Azueta, Salinas del Potosí, *N. Diego 5683* (FCME), Playa Blanca, *N. Diego y A. Beltrán 5794* (FCME), lado NE del Cerro Viejo, 2.5 km al N de Zihuatanejo, Costa Grande, *S. Peralta G. 471* (FCME); municipio de La Unión de Isidoro Montes de Oca, ca. 14 km al norte de Coyuquilla, rumbo a Infiernillo, por la carretera de cuota Lázaro Cárdenas - Uruapan, *A. Espejo, A. R. López-Ferrari, J. Ceja, A. Mendoza R. e I. Ramírez M. 6597* (UAMIZ); municipio de Petatlán, La Salada, *N. Diego 2465* (FCME), laguna San Valentín, *N. Diego 5706* (FCME); municipio de San Marcos, along route 200, ca. 29 miles east of Acapulco, *R. Merrill King 4191* (MICH, US), sin municipio indicado, entre Acapulco (Gro.) y Pinotepan (sic) (Oax.), *E. Matuda*

Anexo. Continuación.

38288 (MEXU, US). **Michoacán**: municipio de Arteaga, 12.6 km al S de Guayabito, aproximadamente 17 km al S de la desviación a Infiernillo, carretera Nueva Italia - Playa Azul, *R. Torres C., E. Martínez S. y J. L. Villaseñor 1630* (MEXU). **Oaxaca**: distrito de Pochutla, municipio de San Miguel del Puerto, 6.1 km de la desviación a Xadani, sobre la terracería, *A. Saynes V., Arturo Sánchez y S. Salas H. 3829b* (MEXU), Petatengo, 5 km SW, por la brecha de la hamaca, paso del arroyo San Lorenzo, *J. Rivera H., S. Salas M. y M. Elorsa C. 2218* (UAMIZ); Distrito Tehuantepec, municipio de San Pedro Huamelula, San Isidro Chacalapa, 500 m al E de la terracería, 2.5 km de la desviación, *S. Salas M., M. Elorsa C. y L. Schibli 3624* (MEXU), municipio de Santiago Astata, entre Coyol y Chacalapa, carretera Pochutla - Salina Cruz, *R. Torres C. y C. Martínez 4740* (MEXU).

Tillandsia rothii Rauh

Colima: municipio de Manzanillo, extreme western end of Bahía de Santiago, opposite Santiago, between the gravelly ocean beach and the coastal lagoons, *R. McVaugh 15890* (MICH), steep seaward facing slopes 1.5-3 km above Playa de Oro, ca. 16 km west of Santiago, *R. McVaugh 24988* (MICH). **Jalisco**: municipio de La Huerta, arroyo Chamela, a 4.5 km al E de la carretera Barra de Navidad - Puerto Vallarta, *M. G. Ayala y E. J. Lott 244* (MEXU, MICH), arroyo Tapeixtes (La Mina) km 55 de la carretera Barra de Navidad - Puerto Vallarta, a 4 km al SE de la estación de biología Chamela, *M. G. Ayala y E. J. Lott 301* (MEXU), alrededor del km 11 del camino viejo de terracería a Nacastillo, que inicia en el km 63.5 (a un lado del puente Arroyo Chamela) de la carretera (sic), *J. Calónico S., O. Téllez V., A. Domínguez M. y J. Martínez C. 4192a* (MEXU), sobre el lindero SE de la estación de biología Chamela, UNAM, *J. Calónico S. 7801* (MEXU), 1 km SW de la Hacienda de Cuixmala, *G. Castillo C., N. Castillo C. y A. García 5159* (XAL), ca. 5 km después de Emiliano Zapata, carretera Barra de Navidad - Puerto Vallarta, *J. Ceja, A. Espejo, A. R. López-Ferrari y A. Mendoza R. 1432* (UAMIZ), 1 km después de Mezcales, carretera Puerto Vallarta - Barra de Navidad, *J. Ceja, A. Espejo, A. R. López-Ferrari, A. Mendoza R. e I. Ramírez M. 1488* (UAMIZ), 1 km de la carretera Puerto Vallarta - Manzanillo, sobre el lecho del arroyo Careyes, *A. Domínguez M. y O. Téllez V. 123* (MEXU), Tenacatita Bay, *F. H. Elmore 1417* (GH, MICH), 10 km al NW de Chamela, *M. González Escamilla 45* (ENCB), vereda Tejón, M 100, estación de biología Chamela (UNAM), *E. J. Lott 1253* (MEXU), estación de biología Chamela, antiguo camino sur, *P. Magaña y E. J. Lott 6* (MEXU), estación de biología Chamela, bosque de enseñanza, *P. Magaña y E. J. Lott 201* (MEXU), 4.8 km del antiguo camino a Nacastillo que se inicia 5.9 km al N de la estación de biología Chamela, *P. Magaña y R. Almeida 288* (ENCB, MEXU, MO), Salinas de Careyes, 5 km al S de la estación de biología Chamela, *P. Magaña, R. Almeida y G. Ayala 303* (LL, MEXU), estación de biología Chamela, arroyo Colorado, *P. Magaña, E. J. Lott y G. Ayala 320* (ENCB, MEXU), 12.3 km del camino Juan Gil Preciado - Los Ranchitos - Nacastillo, *P. Magaña, A. Solís, E. J. Lott y G. Ayala 330* (MEXU), Centro de Investigación y Experimentación de la UNAM, 9-11 km east of Chamela,

Anexo. Continuación.

R. McVaugh 25169 (ENCB, MICH), near Centro de Investigación y Experimentación de la UNAM, 7-8 km east of Chamela, *R. McVaugh 25217* (ENCB, MEXU, MICH); rancho Cuixmala, ruta 8 entrada del camino a Cumbres, *L. Rico y S. Vázquez C. 1012* (MEXU), 70 meilen N rdl. Manzanilla (113 km al N de Manzanillo, por la carretera a Puerto Vallarta, por la costa), *J. M. Roth s. n.* (HEID), 2 km al NW de Chamela, *J. Rzedowski y R. McVaugh 1414* (ENCB, MICH), estación de biología Chamela, vereda Chachalaca; C-110=120, *J. A. Solís Magallanes 3889* (MEXU), a 2 km al N de las oficinas de la Fundación Ecológica Cuixmala, camino hacia El Mirador, *O. Téllez, A. Domínguez M., J. Calónico S. y J. Martínez C. 13320* (MEXU); municipio de Tomatlán, camino Tomatlán a Puentecillos, *M. A. Hernández s. n.* (ENCB), near Cruz de Loreto, *R. McVaugh 26343* (IEB, MEXU, MICH), sin localidad, *H. E. Luther s. n.* (SEL).

Acta Botanica Mexicana 72: 65-76 (2005)

MANFREDA GALVANIAE (AGAVACEAE), ESPECIE NUEVA DE MÉXICO, CON NOTA SOBRE LA UBICACIÓN TAXONÓMICA DE *M. MALINALTENANGENSIS* MATUDA Y SU LECTOTIPIFICACIÓN

Alejandro Castañeda Rojas, I. Sonia Franco Martínez
y Abisaí García-Mendoza

Jardín Botánico, Instituto de Biología
Universidad Nacional Autónoma de México.
Apdo. postal 70-614 04510 México, D.F.
correo electrónico: abisai@ibiologia.unam.mx

RESUMEN

Se describe e ilustra *Manfreda galvaniae*, especie nueva para la ciencia, de la Barranca de Malinaltenango, mpio. de Ixtapan de la Sal, Estado de México. Esta especie pertenece al grupo de *Manfreda guttata* (Jacobi et Bouché) Rose y muestra similitudes con *M. pringlei* Rose y *M. fusca* Ravenna. Asimismo, se presentan comentarios acerca de la ubicación taxonómica de *M. malinaltenangensis* Matuda, simpátrica con *M. galvaniae*.

Palabras clave: Agavaceae, especie nueva de *Manfreda*, México.

ABSTRACT

Manfreda galvaniae, a new species from the Barranca de Malinaltenango, mpio. Ixtapan de la Sal, State of Mexico, is described and illustrated. It belongs to the *Manfreda guttata* (Jacobi et Bouché) Rose group, and is similar to *M. pringlei* Rose and *M. fusca* Ravenna. Likewise, the paper presents comments about the taxonomic status of *M. malinaltenangensis* Matuda, sympatric with *M. galvaniae*.

Key words: Agavaceae, new species of *Manfreda*, México.

Durante el estudio de la familia Agavaceae para el Estado de México, se encontraron plantas del género *Manfreda* cuyas características morfológicas difieren de las ya descritas, por lo cual se propone su ubicación en una especie nueva.

Manfreda galvaniae A. Castañeda, S. Franco et García-Mend., sp. nov. Figs. 1, 3.

Planta herbacea, cormo globoso vel subcylindraceo, reliquiis basalibus foliorum membranaceis. Folia 22-62 cm longa, 0.6-2.6 cm lata, lineari-lanceolata, erecta, viridia, basem versus angustata, pseudopetiolum vaginantem ca. 3.0-4.0 cm longum 1.0 cm latum formantia. Flores 2.7-4.2 cm longi, ascendentes, semisucculenti, rubelli vel luteo-virides, ex purpureo suffusi, ovarium 0.5-0.8(-1.2) cm longum, 0.2-0.3(-0.7) cm latum, cylindricum, 1 mm in tubum floralem penetrans; tubo 1.3-2.4 cm longo; segmentis 0.9-1.4 cm longis, 0.3-0.7 cm latis, anguste ellipticis vel ovatis, patentibus. Fructus 1.3-1.8 cm longus, 0.9-1.5 cm diametro, subglobosus.

Planta herbácea perenne, cormo 3.0-5.0 cm de largo, 2.0-4.0 cm de diámetro, subgloboso a subcilíndrico, suculento, cubierto casi en su totalidad por los restos basales de las hojas secas que miden 4.8-7.3 cm de largo, membranáceos; raíces carnosas y fibrosas. Hojas 2-5(-7), de 22-62 cm de largo, 0.6-2.6 cm de ancho, linear-lanceoladas, angostándose hacia la base donde forman un pseudopecíolo de aproximadamente 3.0-4.0 cm de largo y 1 cm de ancho, semisuculentas, margen entero con una banda hialina sólo perceptible al microscopio, erectas o recurvadas, de color verde claro, glabras en ambas superficies, ápice acuminado. Inflorescencia 77-154 cm de alto, erecta a ligeramente arqueada, rojiza o verdosa con tintes purpúreos, pedúnculo 51-116 cm, con 5-8 brácteas, 2.4-55 cm de largo, 0.5-1.9 cm de ancho, las basales linear-lanceoladas, similares a las hojas, las superiores deltoides, la primera 16-55 cm de largo, (0.6-)0.9-1.9 cm de ancho, la segunda 12.1-36.3 cm de largo, 0.6-1.6 cm de ancho; porción floral 23-67 cm de largo, laxa, con 7-21 flores; brácteas florales 0.8-3.1 cm de largo, 0.3-0.9 cm de ancho, deltoides. Flores 2.7-4.2 cm de largo, ascendentes, sésiles, rojizas a verde-amarillentas con tintes purpúreos, semisuculentas, sin olor; ovario 0.5-0.8(-1.2) cm de largo, 0.2-0.3(-0.5) cm de ancho, cilíndrico, prolongándose 1 mm hacia el tubo; tubo 1.3-2.4 cm de largo; segmentos del perianto 0.9-1.4 cm de largo, 0.3-0.7 cm de ancho, angostamente elípticos a ovados, extendidos, verde-amarillentos con máculas purpúreas; filamentos 1.5-2.4 cm de largo, exceden al tubo por 1.0-2.0 cm, insertos a 3/4 partes del ápice del tubo; anteras 0.8-1.2 cm de largo, 0.1 cm de ancho, amarillentas; estilo 2.8-3.6 cm de largo en la antesis, blanquecino con máculas purpúreas, estigma trilobado. Frutos capsulares, 1.3-1.8 cm de largo, 0.9-1.5 cm de ancho, subglobosos, con marca del ápice de la cápsula, perianto persistente. Semillas 0.3-0.5 cm de largo, 0.2-0.4 cm de ancho, deltoides, con ala angosta, negras, brillantes.

Tipo: México, Estado de México, municipio de Ixtapan de la Sal, ladera S de la Barranca de Malinaltenango, 1450 m, selva baja caducifolia perturbada, 14 julio 1998, *A. Castañeda Rojas et al. 108* (holotipo: MEXU; isotipos: ENCB, IEB, MO).

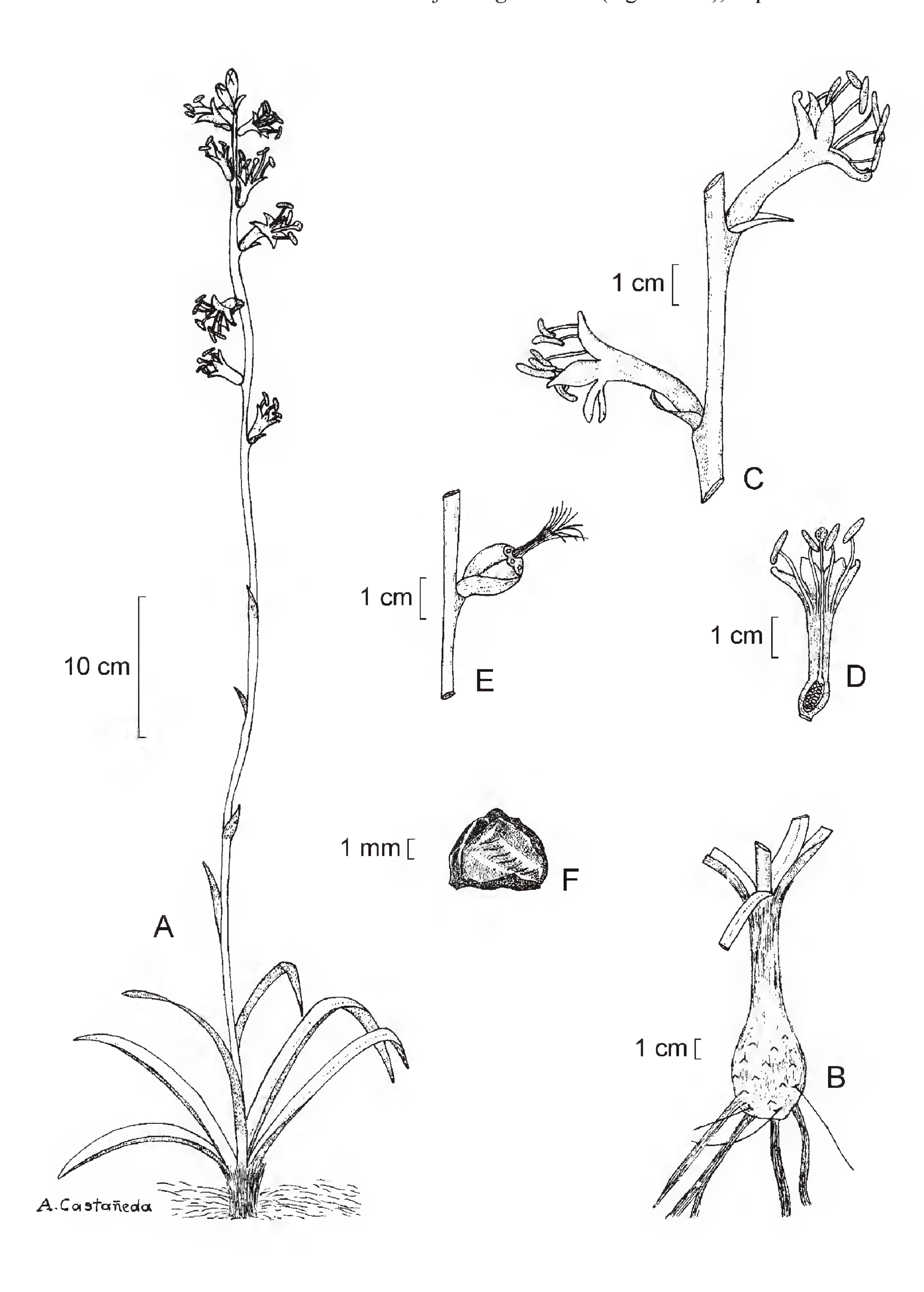


Fig. 1. *Manfreda galvaniae*. A. Planta con inflorescencia; B. Cormo desprovisto de los restos basales de las hojas secas; C. Flores; D. Corte longitudinal de la flor; E. Fruto; F. Semilla. (A y B basados en *Castañeda Rojas et al. 108*; C y D en *García-Mendoza et al. 6624*; E y F en *Castañeda Rojas et al. 39*).

Paratipos: México, Estado de México: municipio de Ixtapan de la Sal, barranca de Malinaltenango, *A. Castañeda Rojas et al. 39* (ENCB, MEXU); misma localidad, *A. Castañeda Rojas 85* (MEXU); 6 km al S de Malinaltenango, en la barranca, *A. Castañeda Rojas* y *A. García-Mendoza 99* (MEXU); 1 km al S de Malinaltenango, *A. García-Mendoza et al. 6085* (MEXU); Promontorio rocoso camino de Malinaltenango hacia el río, *A. García-Mendoza et al. 6624* (MEXU, MO); municipio de Malinalco, zona arqueológica de Malinalco, *A. Castañeda Rojas 93* (MEXU); municipio de Temascaltepec, km 4 al SO de Temascaltepec, camino a San Pedro Tenayac, *A. Castañeda Rojas et al. 47* (ENCB, MEXU); municipio de Ocuilan, km 39 de la carretera a Chalma, *A. Castañeda Rojas 87* (MEXU); misma localidad, *A. Castañeda Rojas 137* (MEXU).

Distribución y hábitat: *Manfreda galvaniae* crece en altitudes de 1450-1900 m s.n.m. Forma parte de la selva baja caducifolia y su ecotonía con el bosque de *Quercus*, donde se asocia con *Arracacia*, *Commelina*, *Echeandia*, *Jatropha*, *Opuntia*, *Tigridia* y *Zephyranthes*. Florece en el mes de julio y fructifica en agosto y septiembre. Aparentemente es endémica del Estado de México donde se distribuye en los municipios de Ixtapan de la Sal, Malinalco, Ocuilan y Temascaltepec. El nombre de esta especie se dedica a la Dra. Raquel Galván Villanueva del Instituto Politécnico Nacional, especialista en la familia Agavaceae.

Discusión: *Manfreda galvaniae* pertenece al grupo de *M. guttata*, reconocido por Verhoek-W. (1975) en función de sus características foliares y florales, hojas delgadas a semisuculentas con margen hialino, liso o áspero al tacto y entonces papiloso o eroso-denticulado al microscopio, ovario proyectado ligeramente hacia el interior del tubo floral, perianto persistente en las cápsulas, estas últimas con una cicatriz anuliforme alrededor del ápice. Al grupo pertenecen *Manfreda fusca* Ravenna, *M. guttata* (Jacobi et Bouché) Rose, *M. littoralis* García-Mend., Castañeda y Franco, *M. planifolia* (S. Watson) Rose, *M. pringlei* Rose y *M. rubescens* Rose (García-Mendoza et al., 2000).

Manfreda galvaniae se distingue por su cormo globoso, casi siempre cubierto en su totalidad por los restos basales membranáceos de las hojas secas; hojas linear-lanceoladas, pseudopecioladas, semisuculentas, de color verde claro; inflorescencia corta y laxa; flores semisuculentas, rojizas a verde-amarillentas con tintes purpúreos, segmentos del perianto extendidos, angostamente elípticos a ovados y ovario que se proyecta hacia el interior del tubo.

Dentro del grupo, las especies más cercanas morfológicamente a *Manfreda galvaniae* son *M. fusca* y *M. pringlei*, de las que se separa claramente por el margen hialino de las hojas, la disposición de las flores en la inflorescencia, la

suculencia y color de las flores, la forma y orientación de los segmentos y el tamaño reducido de los filamentos, además de otras características mostradas en el Cuadro 1. Las especies del grupo se separan de la siguiente manera:

Clave de las especies del grupo *Manfreda guttata*

1 Hojas elípticas, elíptico-lanceoladas u oblongas.
  2 Flores 1.5-2.0(-2.5) cm de largo; tubo 1.0-2.0(-2.8) mm de largo; los filamentos exceden al tubo por (1.0-)1.4-1.8 cm, adnados en toda la longitud del tubo .... *M. littoralis*
  2 Flores 3.2-4.0 cm de largo; tubo 5.0-7.0 mm de largo; los filamentos exceden al tubo por 2.0-5.2 cm, insertos a la mitad del tubo .... *M. planifolia*
1 Hojas lineares, linear-lanceoladas a lanceoladas.
  3 Filamentos adnados en toda la longitud del tubo.
    4 Hojas 0.6-1.0 cm de ancho; estambres 1.6-2.3 cm de largo .... *M. rubescens*
    4 Hojas (0.9-)1.3-3.1 cm de ancho; estambres (2.0-)3.0-4.1 cm de largo .... *M. guttata*
  3 Filamentos insertos a la mitad o a tres cuartas partes de la longitud del tubo.
    5 Porción floral laxa; filamentos 1.5-2.4 cm de largo .... *M. galvaniae*
    5 Porción floral congesta; filamentos 3.5-4.9 cm de largo.
      6 Ovario 1.2-1.7 cm de largo; segmentos del perianto 1.5-1.6 cm de largo; especie conocida sólo de las montañas del centro de Guatemala .... *M. fusca*
      6 Ovario 0.9-1.1(-1.2) cm de largo; segmentos 0.8-1.3(-1.6) cm de largo; especie distribuida en el Eje Neovolcánico y montañas de Oaxaca, México .... *M. pringlei*

MANFREDA MALINALTENANGENSIS MATUDA Y *M. GALVANIAE*

Manfreda malinaltenangensis Matuda (1976) fue descrita con la siguiente información: "Tipo: México. Estado de México; Barranca de Malinaltenango, a 1400 m s.n.m., 5 de diciembre de 1975. *Matuda 38694*. (MEXU)". Acompaña a la descripción una fotografía de la inflorescencia con 7 flores senescentes. Sin embargo, al estudiar la especie, se encontraron dos problemas, uno referente a la tipificación y el segundo con su ubicación taxonómica y su probable parentesco con *M. galvaniae*.

La publicación señala que el holotipo se depositó en el herbario MEXU; no obstante, el número *Matuda 38694*, no fue localizado en esta institución, ni en una

Cuadro 1. Características comparativas de *Manfreda galvaniae* y especies afines. Los datos de *M. fusca* (Ravenna, 1987) y *M. pringlei* (Verhoek-W., 1975) se complementaron con información de herbario, los de *M. malinaltenangensis* se tomaron de Matuda (1976) y de los ejemplares de la CODAGEM y MEXU (entre corchetes); mientras que los de *M. scabra* proceden de los ejemplares de MEXU, *A. García-Mendoza 6084* y *A. Castañeda 9,* de la Barranca de Malinaltenango.

	M. galvaniae	*M. fusca*	*M. pringlei*	*M. malinaltenangensis*	*M. scabra*
Cormo	3-5 x 2.3-4.0 cm, subgloboso	3.5-9.0x2.0-5.0cm, cilíndrico	(1.0-)2-4 x 1.3-2.0 cm, cilíndrico, estolonífero	grande	4.0-4.5x2.0-3.5cm, subcilíndrico
Número de hojas	2-5(-7)	15	(4-)6-10	8-10	(6-)8-9
Hojas	22-62 x 0.6-2.6 cm, linear-lanceoladas, pseudopecioladas, glabras	30-60 x 2.2-3.0 cm, linear-lanceo ladas, glabras	14-56 x 0.8-2.2 (-2.8) cm, linear-lanceoladas, glabras	55 x 6 cm, lineares, [55-60 x 3.5-4 cm, lanceoladas], subacanaladas, [venación del envés prominente y papilada]	60 x 2.4 cm, linear-lanceoladas venación del envés prominente y papilada
Margen de la hoja (al microscopio)	con una banda hialina	eroso-denticulado	eroso-denticulado	[eroso-denticulado]	eroso-denticulado
Color de las hojas	verde claro	verde claro	verde brillante, a veces moteado de púrpura	verdoso	verde-glauco
Tamaño de la inflorescencia	77-144 cm	150-200 cm	150-200 cm	225[250] cm	200-260 cm
Porción floral de la inflorescencia	23-67 cm	10 cm	(2.5-)5.0-10 cm		37-40 cm
Disposición de las flores	laxa	congesta	congesta	muy laxa [semicongesta]	laxa
Número de flores	7-21	20	12-16(-25)	7-8	37

Continuación. Cuadro 1.

	M. galvaniae	*M. fusca*	*M. pringlei*	*M. malinaltenangensis*	*M. scabra*
Flores	2.7-4.2 cm, rojizas a verde-amarillentas semi-suculentas, sin olor	3.7-4.7 cm, verde-glaucas a pardas oscuras, con olor fétido	3.0-4.0 cm, verdosas moteadas de púrpura, sin olor	[5.6-5.7] 6.0 cm	5.7-6.2 cm, verde-amarillentas
Ovario	0.5-0.8(-1.2) x 0.2-0.3(-0.5) cm	1.2-1.7 x 0.6 cm	0.9-1.1(-1.2) cm	[1.7-1.9 x 0.4-0.5 cm]	1.7-2.4 x 0.2 -0.4 cm
Tubo floral	1.3-2.4 cm [(2.5-)2.8 -3.0 cm incluyendo el ovario]	1.4 cm	0.9-1.5 cm	[1.9-2.0] 4.0 x 0.8 cm incluyendo el ovario	2.2-2.5 cm, (3.5-)4.0-4.5 cm incluyendo el ovario
Segmentos del perianto	0.9-1.4 x 0.3-0.7 cm, angostamente elípticos a ovados, extendidos	1.5-1.6 x 0.4-0.5 cm, linear-lanceolados, revolutos	0.8-1.3(-1.6)x0.4cm, oblongos, revolutos	[1.9-] 2.0 cm, lineares, erectos	1.5-1.7 cm, lineares, revolutos, rectos después de la antesis
Filamentos	1.5-2.4 cm de largo, insertos a 3/4 partes del tubo	3.9-4.2 cm de largo, insertos a la mitad del tubo	3.5-4.5(-4.9) cm de largo, insertos a la mitad del tubo	7.0 (-7.1) cm de largo, insertos en la parte media del tubo	(3.5-)4.0- 4.5 cm insertos a 3/4 partes del tubo
Frutos	1.3-1.8 x 0.9-1.5 cm, subglobosos, perianto persistente	1.5-1.6 x 1.4-1.5 cm, subglobosos, perianto persistente	1.5-2 x 1.3-1.7 cm, subglobosos		2.5-3 x 1.3-1.5 cm oblongos
Hábitat	selva baja caducifolia, bosque de *Quercus* secundario, alt. 1450-1900 m	bosque de pino-encino, alt. 1900-2410 m	bosque de pino, pino-encino, alt. 1700-3150 m	matorral, alt. 1400 m	selva baja caducifolia, alt. 1500-1680 m
Distribución	Estado de México	Guatemala	D.F., Hgo., Méx., Mich., Mor., Oax., Pue.	Barranca de Malinaltenango, Estado de México	Barranca de Malinaltenango, Estado de México

búsqueda anterior hecha por Galicia (1992), quien supone que el ejemplar se extravió en el correo (en un probable envío) y que se carece de isotipos. En una segunda indagatoria se localizaron dos ejemplares de su propia colección relacionados con el nombre de la especie, pero no mencionados en el protólogo, uno de ellos en el Herbario Eizi Matuda (CODAGEM), de la Universidad Autónoma del Estado de México, y el segundo en el Herbario Nacional MEXU. Ambos ejemplares comparten la siguiente información: "*Manfreda malinaltenanguensis* Matuda Sp. nov. Barranca de Malinaltenango, Tonatico, México. Noviembre 15 de 1975. *Matuda 38695*", tienen además una fotografía posiblemente de la misma inflorescencia del ejemplar *38694*, pero al inicio de la floración.

El espécimen de la CODAGEM, es el más completo, ya que posee una hoja, dos flores, una fotografía y proporciona información de la planta y el tipo de vegetación. El ejemplar de MEXU (285804) es una mezcla de dos géneros, la hoja corresponde a *Manfreda*, y tiene una ramilla con 9 flores pertenecientes a *Furcraea pubescens* Tod. Las medidas morfológicas de las hojas y las flores corresponden a aquellas de la descripción original de *M. malinaltenangensis*. La única discrepancia entre el espécimen citado como holotipo y estos dos ejemplares es el número de colecta anterior del holotipo. Galicia (1992) atribuye las inconsistencias en algunas colectas del autor, a que Eizi Matuda no organizó sus datos en una libreta de campo, y en su lugar existe un fichero (depositado en MEXU) que no tiene información más amplia que la que proporciona cada etiqueta, lo que dificultó el manejo de la información y provocó que hubiera diferencias en su numeración y fechas, e incluso localidades. Así, parece que Matuda hizo dos colectas de la especie, la primera el 15 de noviembre y la segunda el 5 de diciembre, y de ambas tomó fotografías.

Es indudable que estos dos especímenes localizados son parte del material original visto y utilizado por el autor para hacer la descripción que valida el nombre, por lo que de acuerdo con el artículo 9.2 del Código Internacional de Nomenclatura Botánica (Greuter et al., 2002), ante la pérdida del holotipo, designamos un lectotipo.

Manfreda malinaltenangensis Matuda, Cact. Suc. Mex. 21:74, fig. 28. 1976. LECTOTIPO, aquí designado: MÉXICO. Estado de México: (municipio de Ixtapan de la Sal), barranca de Malinaltenango, Tonatico, 15 noviembre 1975, *E. Matuda 38695* (CODAGEM!, Isolectotipo MEXU! 285804, pro parte). Fig. 2.

La localización de estos dos ejemplares permite ahora ubicar taxonómicamente a *M. malinaltenangensis* dentro del género, situación que con anterioridad había sido difícil (S. Verhoek-Williams, com. pers.). Durante diferentes temporadas de los años 1994-1998, los autores visitaron la barranca de Malinaltenango y en esos recorridos se observaron dos especies simpátricas que fueron recolectadas,



Fig. 2. *Manfreda malinaltenangensis* Matuda. Tipo: México. Estado de México, (municipio de Ixtapan de la Sal), barranca de Malinaltenango, 15 noviembre 1975, *E. Matuda 38695* (lectotipo: CODAGEM).

estudiadas y comparadas con la información del protólogo de *M. malinaltenangensis*, cuya información fue corroborada y complementada con los especímenes de herbario ya citados.

En la descripción, Matuda menciona algunas características morfológicas que permiten establecer una comparación con las especies recolectadas, las más importantes son: "Hojas radicales arrosetadas, 8 a 10, con lámina entera, algo carnosa, de 55 cm de longitud por 6 cm de ancho,"... (hojas del ejemplar Matuda 38695, 60 x 3.5 cm en la parte media, margen eroso-denticulado). "Escapo terminal, con la inflorescencia de 2.25 m, cilíndrico, glabro, verdoso; espiga simple muy laxa; flores 7 a 8; ... Flores sésiles; perianto campanulado; tubo subcilíndrico, incluyendo el ovario de 4 cm de longitud por 8 mm de grosor; lóbulos del perianto lineares, gruesos, erectos, extendidos, de 2 cm de longitud; estambres y filamentos filiformes, naciendo de la parte media de la pared interior del tubo, de 7 cm de longitud, subpurpúreos y subiguales".

De la fotografía de la inflorescencia en la publicación, se infiere que la planta se encuentra en la última etapa de la floración, ya que la orientación erecta de los tépalos se manifiesta después de la antesis. Las hojas semisuculentas, el margen papilado o eroso-denticulado y la venación del envés papilada, permiten ubicarla en el grupo (y en la especie) de *Manfreda brachystachya* (Cav.) Rose, propuesto por Verhoek-W. (1975). Esta especie, ahora conocida como *M. scabra* (Ortega) McVaugh, es de amplia distribución en el país y en el estado de México se conoce de 17 municipios.

Además de las hojas, el tamaño de las flores, la longitud del ovario-tubo de la flor y los tépalos lineares, erectos (después de la antesis), son similares en *M. malinaltenangensis* y las plantas recolectadas en la barranca y determinadas como *M. scabra* (AC-9, AG-5892, AG-6084, en MEXU). Asimismo, *M. malinaltenangensis* fue recolectada hacia el fin de año, cuando *M. scabra* aún se encuentra en floración (en el Estado de México, la hemos recolectado con flores en octubre (AG-6324, Malinalco) y diciembre (AG-6130, Temascaltepec)). Con base en las características morfológicas y fenológicas, afirmamos que *M. malinaltenangensis* es un sinónimo de *M. scabra*. En la Figura 3 se comparan los caracteres vegetativos y reproductivos aquí discutidos.

De esta manera, *Manfreda galvaniae* aunque es simpátrica con *M. scabra*, se diferencia de ella por el tamaño de las hojas, el tipo de margen y venación, tamaño, color y suculencia de las flores, forma de los tépalos, longitud de los filamentos y marca del ápice de la cápsula. Las diferencias entre las dos especies se ponen de manifiesto en el Cuadro 1 y se observan en la Figura 3. En adición *Manfreda galvaniae* florece en julio, mientras que *M. scabra* lo hace de agosto a diciembre.



Fig. 3. A y B. *Manfreda galvaniae:* A. Cormos y hojas; B. Inflorescencia. C. Cormos de *M. scabra* (izquierda) y *M. galvaniae* (derecha); D. Inflorescencia de *M. scabra*. (A y B, del número AG-6624; C izquierda y D, del número AG-6084; C derecha, del número AG-6085. Todas las fotos de la barranca de Malinaltenango.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. Fernando Chiang la diagnosis en latín y sus atinados comentarios al manuscrito; a los Drs. Jerzy Rzedowski y Eloy Solano quienes revisaron también el trabajo; al Ing. José Antonio López Sandoval, jefe del Herbario Eizi Matuda, de la Universidad Autónoma del Estado de México, por ayudarnos en la consulta de los especímenes de la CODAGEM; a Susan Verhoek-Williams, quien comentó con nosotros algunos problemas taxonómicos de la especie; asimismo a las Bióls. María del Rosario García Peña por facilitarnos el acceso al ejemplar de *Manfreda malinaltenangensis*, depositado en MEXU y a Teresa Germán por compartir su experiencia con las colecciones de Eizi Matuda.

LITERATURA CITADA

Galicia, M. V. 1992. Listado florístico del Estado de México y regiones circundantes (de los estados de Hidalgo, Querétaro y Distrito Federal) basado en las colecciones de Eizi Matuda. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 207 pp.

García-Mendoza A., A. Castañeda e I. S. Franco. 2000. *Manfreda littoralis* (Agavaceae), nueva especie de Guerrero y Oaxaca, México. Acta Bot. Mex. 50: 39-45.

Greuter, W., J. McNeill, F. R. Barrie, H. M. Burdet, V. Demoulin, T. S. Filgeiras, D. H. Nicolson, P. C. Silva y J. E. Skog. 2002. Código Internacional de Nomenclatura Botánica (Código de Saint Louis). Edición en español a cargo de R. Kiesling. Instituto de Botánica Darwinion y Missouri Botanical Garden Press, St. Louis. 181 pp.

Matuda, E. 1976. Tres nuevas especies de plantas mexicanas. Cact. Suc. Mex. 21: 74-76.

Ravenna, P. 1987. Notes on Agavaceae I. A new species of *Manfreda*. Herbertia 43: 17-19.

Verhoek-W., S.E. 1975. A study of the tribe *Polianthеae* (including *Manfreda*) and revisions of *Manfreda* and *Prochnyanthes* (Agavaceae). Tesis doctoral. Cornell University, Ithaca, Nueva York. 405 pp.

Recibido en marzo de 2005.
Aceptado en junio de 2005.

Toda correspondencia referente a suscripción, adquisición de números o canje, debe dirigirse a:

Acta Botanica Mexicana

Instituto de Ecología, A. C.

Centro Regional del Bajío

Apartado postal 386

61600 Pátzcuaro, Michoacán, México

e-mail: murillom@inecolbajio.edu.mx

Suscripción anual: México $150.00 Extranjero $30.00 U.S.D.

Acta Botanica Mexicana, No. 72 (2005)

CONTENIDO